



UNIVERSITAS INDONESIA

**MICROSTRIP QUADRATURE HYBRID COUPLER DENGAN
MENGUNAKAN BENTUK KURVA PADA LENGAN SERI
UNTUK MENINGKATKAN BANDWIDTH
PADA FREKUENSI ISM BAND**

TESIS

RUDY FERNANDEZ
0706173446

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
DEPOK
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**MICROSTRIP QUADRATURE HYBRID COUPLER DENGAN
MENGUNAKAN BENTUK KURVA PADA LENGAN SERI UNTUK
MENINGKATKAN BANDWIDTH PADA FREKUENSI ISM BAND**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

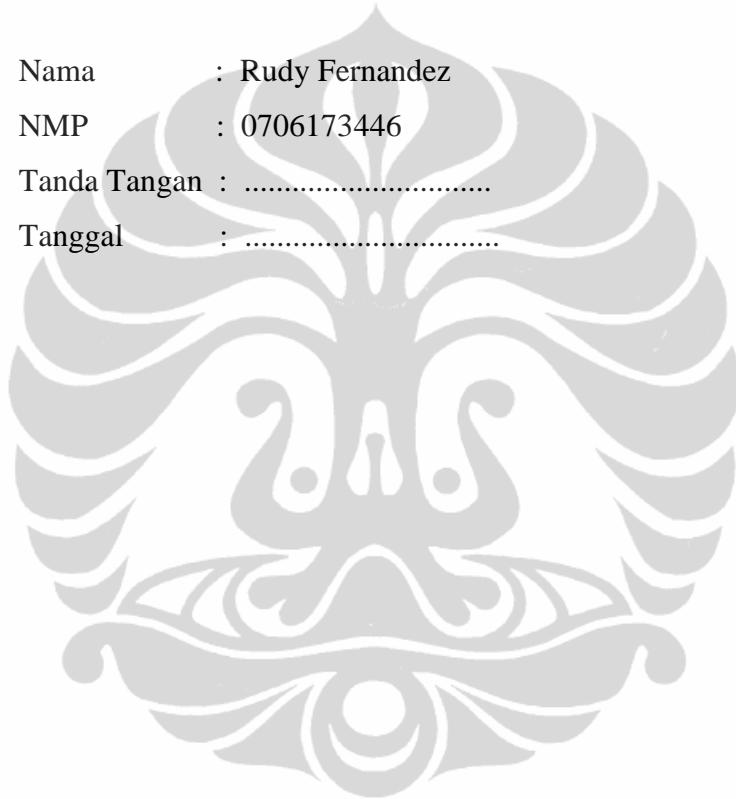
RUDY FERNANDEZ
0706173446

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
DEPOK
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rudy Fernandez
NMP : 0706173446
Tanda Tangan :
Tanggal :



HALAMAN PENGESAHAN

Seminar ini diajukan oleh :

Nama : Rudy Fernandez

NMP : 0706173446

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Seminar : **Microstrip Quadrature Hybrid Coupler dengan Menggunakan Bentuk Kurva pada Lengan Seri untuk Meningkatkan Bandwidth pada Frekuensi ISM Band**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Pembimbing : Prof. Ir. Eko Tjipto Rahardjo, MSc., Ph.D ()

Penguji : Dr. Ir. Muhammad Asvial, M.Eng ()

Penguji : Dr. Fitri Yuli Zulkifli, ST. M.Sc ()

Penguji : Ir. Purnomo Sidi Priambodo, M.Sc.,Ph.D ()

Ditetapkan di : Depok

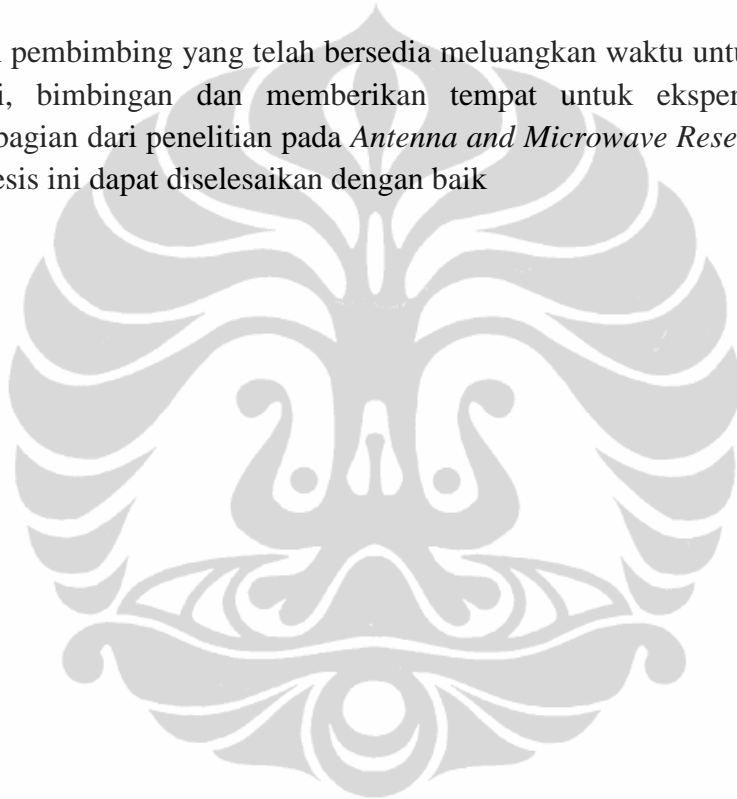
Tanggal : 9 Juli 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Prof. Ir. Eko Tjipto Rahardjo, MSc., Ph.D

Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi, bimbingan dan memberikan tempat untuk eksperimen serta menyetujui sebagai bagian dari penelitian pada *Antenna and Microwave Research Group* (AMRG) sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rudy Fernandez
NPM : 0706173446
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Microstrip Quadrature Hybrid Coupler dengan Menggunakan Bentuk Kurva pada Lengan Seri untuk Meningkatkan Bandwidth pada Frekuensi ISM Band

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 9 Juli 2010
Yang menyatakan

(Rudy Fernandez)

ABSTRAK

Nama : Rudy Fernandez
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : MICROSTRIP QUADRATURE HYBRID COUPLER
DENGAN MENGGUNAKAN BENTUK KURVA PADA LENGAN SERI UNTUK
MENINGKATKAN BANDWIDTH PADA FREKUENSI ISM BAND

Pada tesis ini dirancang bangun sebuah quadrature hybrid coupler menggunakan subtrat FR4, yang bekerja pada frekuensi 2,55 GHz. Tapered line digunakan untuk meningkatkan bandwidthnya. Hal ini akan membuat lebar lengan seri coupler membentuk garis kurva. Hasil simulasi pada coupler yang diterapkan bentuk kurva pada frekuensi 2.55 GHz menunjukkan nilai reflection loss -21,68 dB , isolation loss -16,16 dB, beda phase $90,88^\circ$ dan bandwidth yang dihasilkan sebesar 13,84 %. Sedangkan hasil pengukuran pada fabrikasi untuk frekuensi yang sama, memperlihatkan hasil reflection loss -17,898 dB, isolation loss -20,422, beda phase $-82,3^\circ$ dan bandwidthnya sebesar 17,84%. Penerapan garis kurva menunjukkan adanya penambahan bandwidth.

Kata Kunci : *Quadrature Hybrid Coupler, Reflection Loss, Isolation Loss, Phase Coupling, Tapered Lines.*

ABSTRACT

Nama : Rudy Fernandez
Study Program : Teknik Elektro
Title : MICROSTRIP QUADRATURE HYBRID COUPLER USING
CURVE FORM ON SERIES ARM TO INCREASE BANDWIDTH IN ISM BAND
FREQUENCY

This thesis designs and builds a quadrature hybrid coupler using FR4 substrate, which operates at 2.55 GHz. Tapered line used to increase bandwidth. This will make the width of the series arms to form curve line. The simulation results at a frequency of 2.55 GHz show the value of reflection loss of -21.68 dB, -16.16 dB isolation loss, 90.88° phase difference and the bandwidth of 13.84%. While the results of measurements on the fabricated, shows reflection loss -17.898, isolation loss -20.422 dB, -82.3° phase difference and the bandwidth of 17.84%. Application of curve line shows the impact of the additional bandwidth.

Key words : *Quadrature Hybrid Coupler, Reflection Loss, Isolation Loss, Phase Coupling, Tapered Lines.*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK/ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Sistematika Penelitian	3
2 DASAR PERANCANGAN COUPLER	5
2.1 Directional Coupler	5
2.2 Parameter Umum Coupler	7
2.3 Quadrature Hybrid Coupler	8
2.4 Microstrip	9
2.4.1 Parameter Umum Rancangan Microstrip	10
2.4.1.1 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)	11
2.4.1.2 Return Loss	11
2.4.2 Lebar Saluran Mikrostrip	12
2.5 Impedance Matching dengan Tapered Line	13
3 PERANCANGAN COUPLER DAN METODOLOGI PENGUKURAN	15
3.1 Umum	15
3.2 Perlengkapan yang digunakan	15
3.2.1 Perangkat Lunak	16
3.2.2 Perangkat Keras	16
3.3 Perancangan Quadrature Hybrid Coupler	16
3.3.1 Diagram Alir Perancangan Hybrid Coupler	16
3.3.2 Menentukan Karakteristik Coupler	18
3.3.3 Jenis Substrat yang digunakan	18
3.3.4 Perancangan Lebar Saluran Pencatu	19
3.3.5 Perancangan Dimensi Hybrid Coupler	20
3.3.6 Mensimulasikan Rancangan	22
3.3.7 Karakterisasi Coupler	25
3.3.7.1 Reflection Factor	23
3.3.7.2 Isolation Factor	26
3.3.7.3 Coupling Factor	27
3.3.8 Rancangan Hasil Karakterisasi	29

3.3.8.1	Parameter Rancangan Hasil Karakterisasi	29
3.3.8.2	Bandwith Rancangan Coupler Hasil Karakterisasi	32
3.3.9	Penerapan Garis Kurva pada Lengan Seri	33
3.4	Metodologi Pengukuran Parameter Coupler	34
3.4.1	Pengukuran Port Tunggal	36
3.4.2	Pengukuran Port Ganda	37
4	HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS HASIL PENGUKURAN	39
4.1	Hasil Pengukuran Parameter Coupler	39
4.1.1	Pengukuran Port Tunggal	39
4.1.1.1	Hasil pengukuran port tunggal coupler	39
4.1.1.2	Hasil pengukuran port tunggal coupler dengan garis kurva	41
4.1.2	Pengukuran Port Ganda	43
4.1.2.1	Hasil pengukuran port ganda coupler	43
4.1.2.2	Hasil pengukuran port ganda coupler dengan garis kurva	46
4.2	Analisis Hasil Pengukuran	49
4.2.1	Analisis Hasil Pengukuran Port Tunggal	50
4.2.1.1	coupler substrat tanpa kurva	50
4.2.1.2	coupler substrat dengan kurva	51
4.2.2	Analisis Hasil Pengukuran Port Ganda	53
4.2.2.1	coupler substrat tanpa kurva	53
4.2.2.2	coupler substrat dengan kurva	54
4.2.3	Analisis Kesalahan Umum	56
5	KESIMPULAN	57
	DAFTAR ACUAN	58
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.1	Blok Diagram 4 x 4 Butler Matrix	2
Gambar 2.1	Skema Rangkaian Directional Coupler	5
Gambar 2.2	Penetapan Posisi Port pada sebuah Directional Coupler	7
Gambar 2.3	Bentuk Geometris Quadrature Hybrid Coupler	8
Gambar 2.4	Struktur Dasar Mikrostrip	9
Gambar 2.5.a	Taper kontinyu untuk matching network	13
Gambar 2.5.b	Garis kurva yang terbentuk karena tapered transition	13
Gambar 3.1	Diagram Alir Perancangan Quadrature Hybrid Coupler	17
Gambar 3.2	Tampilan Program PCAAD untuk mencari lebar saluran pencatu agar mempunyai impedansi 50 ohm	20
Gambar 3.3	Rancangan awal Quadrature Hybrid Coupler	21
Gambar 3.4	Reflection Factor hasil simulasi awal	22
Gambar 3.5	Isolation Factor hasil simulasi awal	23
Gambar 3.6	Reflection Factor dengan penambahan jarak antar lengan	24
Gambar 3.7	Grafik Fungsi Reflection Factor terhadap penambahan jarak antar lengan coupler untuk frekuensi 2.4, 2.55 dan 2.7 GHz	25
Gambar 3.8	Isolation Factor dengan penambahan jarak antar lengan	26
Gambar 3.9	Grafik Fungsi Isolation Factor terhadap penambahan jarak antar lengan coupler untuk frekuensi 2.4, 2.55 dan 2.7 GHz	27
Gambar 3.10	Phase Coupling Factor dengan penambahan panjang saluran catu	27
Gambar 3.11	Magnitude Coupling Factor dengan penambahan panjang saluran catu	28
Gambar 3.12	Reflection Factor untuk Rancangan Coupler Hasil Karakterisasi	29
Gambar 3.13	Isolation Factor untuk Rancangan Coupler Hasil Karakterisasi	30
Gambar 3.14	Phase Coupling Factor untuk Rancangan Coupler Hasil Karakterisasi	30
Gambar 3.15	Magnitude Coupling Factor untuk Rancangan Coupler Hasil Karakterisasi	31
Gambar 3.16	VSWR untuk Rancangan Coupler hasil karakterisasi	32
Gambar 3.17	Bentuk Geometris Hybrid Coupler dengan garis kurva	33
Gambar 3.18	VSWR untuk hybrid coupler dengan garis kurva	33
Gambar 3.19	Reflection Factor untuk hybrid coupler dengan garis kurva	34
Gambar 3.20	Isolation Factor untuk hybrid coupler dengan garis kurva	34
Gambar 3.21	Phase Coupling Factor untuk hybrid coupler dengan garis kurva	35
Gambar 3.22	Magnitude Coupling Factor untuk hybrid coupler dengan garis kurva	35
Gambar 3.23	Konfigurasi Pengukuran Port Tunggal	37
Gambar 3.24	Konfigurasi Pengukuran Port Ganda	37
Gambar 4.1	Grafik <i>reflection loss</i> hasil pengukuran coupler tanpa kurva	40

Gambar 4.2	Grafik VSWR hasil pengukuran coupler tanpa kurva	40
Gambar 4.3	Grafik <i>reflection loss</i> hasil pengukuran coupler dengan garis kurva	41
Gambar 4.4	Grafik VSWR hasil pengukuran coupler dengan garis kurva	42
Gambar 4.5	Grafik <i>Isolation loss</i> hasil pengukuran coupler tanpa kurva	43
Gambar 4.6	Nilai <i>Phase coupling</i> (S31) hasil pengukuran coupler tanpa kurva	44
Gambar 4.7	Nilai <i>Phase coupling</i> (S41) hasil pengukuran coupler tanpa kurva	44
Gambar 4.8	Nilai <i>Magnitude coupling</i> (S31) hasil pengukuran coupler tanpa kurva	45
Gambar 4.9	Nilai <i>Magnitude coupling</i> (S41) hasil pengukuran coupler tanpa kurva	45
Gambar 4.10	Grafik <i>Isolation loss</i> hasil pengukuran coupler dengan garis kurva	46
Gambar 4.11	Nilai <i>Phase coupling</i> (S31) hasil pengukuran coupler dengan garis kurva	47
Gambar 4.12	Nilai <i>Phase coupling</i> (S41) hasil pengukuran coupler dengan garis kurva	47
Gambar 4.13	Nilai <i>Magnitude coupling</i> (S31) hasil pengukuran coupler dengan garis kurva	48
Gambar 4.14	Nilai <i>Magnitude coupling</i> (S41) hasil pengukuran coupler dengan garis kurva	48
Gambar 4.15	Perbandingan <i>reflection loss</i> hasil simulasi dengan hasil pengukuran coupler tanpa kurva	50
Gambar 4.16	Perbandingan VSWR hasil simulasi dengan hasil pengukuran coupler tanpa kurva	50
Gambar 4.17	Perbandingan <i>reflection loss</i> hasil simulasi dengan hasil pengukuran coupler dengan kurva	51
Gambar 4.18	Perbandingan VSWR hasil simulasi dengan hasil pengukuran coupler dengan kurva	52
Gambar 4.19	Perbandingan <i>isolation loss</i> hasil simulasi dengan hasil pengukuran coupler tanpa kurva	53
Gambar 4.20	Perbandingan <i>isolation loss</i> hasil simulasi dengan hasil pengukuran coupler dengan kurva	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi Substrat yang digunakan	19
Tabel 3.2 Dimensi Quadrature Hybrid Coupler	21
Tabel 3.3 Phase Coupling Factor dan Errornya untuk frekuensi 2.4 GHz, 2,55 GHz dan 2.7 GHz dari gambar 3.10	28
Tabel 3.4 Perbandingan Dimensi Quadrature Hybrid Coupler	31
Tabel 3.5 Parameter Quadrature Hybrid Coupler hasil karakterisasi	32
Tabel 3.6 Parameter Coupler tanpa garis kurva dan dengan garis kurva pada frekuensi kerja 2.55 GHz	36
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Port Tunggal	42
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Phase Coupling	49
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Magnitude Coupling	49
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Pengukuran Port Tunggal Coupler tanpa kurva	51
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Pengukuran Port Tunggal Coupler dengan kurva	53
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Pengukuran Port Ganda Coupler tanpa kurva untuk Isolation Loss	54
Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Pengukuran Port Ganda Coupler tanpa kurva untuk Coupling Factor	54
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Pengukuran Port Ganda Coupler dengan kurva untuk Isolation Loss	55
Tabel 4.9 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Pengukuran Port Ganda Coupler dengan kurva untuk Coupling Factor	56