

## **TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN DAN REALISASI *DUALBAND BANDPASS*  
*FILTER* JARINGAN 4G LTE FREKUENSI *UPLINK* DAN  
*DOWNLINK* 1800 MHZ DAN 2600 MHZ DENGAN METODE  
*SQUARE OPEN LOOP RESONATOR***

**Diajukan guna melengkapi sebagian syarat  
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



**Disusun oleh :**

**NAMA : INDRA DERMAWAN**

**NIM : 41411120087**

**UNIVERSITAS  
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2016**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indra Dermawan  
NIM : 41411120087  
Fakultas : Teknik  
Jurusan : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Realisasi *Dualband Bandpass Filter Jaringan 4G LTE Frekuensi Uplink dan Downlink 1800 MHz dan 2600 MHz dengan Metode Square Open Loop Resonator.*

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,

A handwritten signature in blue ink is written over a yellow 5000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila logo and the text 'METERAI KEPPEL', '5000', and 'RUPIAH'. A unique identification number '50087ADF783649760' is also visible on the stamp.

( Indra Dermawan )

## LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN DAN REALISASI *DUALBAND BANDPASS FILTER*  
JARINGAN 4G LTE FREKUENSI *UPLINK* DAN *DOWNLINK* 1800 MHZ  
DAN 2600 MHZ DENGAN METODE *SQUARE OPEN LOOP RESONATOR***

Disusun oleh :

Nama : Indra Dermawan

NIM : 41411120087

Jurusan : Teknik Elektro

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



( Dian Widi Astuti, ST. MT )

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro



( Ir. Yudhi Gunardi, MT )

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana Jakarta.

Diharapkan laporan hasil tugas akhir ini dapat menjadi tambahan pengetahuan dalam bidang telekomunikasi, bagi mahasiswa umumnya dan bagi penulis khususnya. Penulis sangat mengharapkan saran serta kritik yang membangun karena penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan.

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini tidak lupa penulis sampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyusun laporan ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik, khususnya kepada :

1. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mengiringi dengan doa dan restunya serta selalu memberikan semangat dan dukungan.
2. Bu Dian Widi Astuti, ST. MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir penulis.
3. Prof. Dr. Ing Mudrik Alaydrus selaku dosen ilmu telekomunikasi yang membantu penulis dalam melakukan penelitian.
4. Bapak Ir. Yudhi Gunardi, MT selaku kepala program studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
5. Bu Fina Supegina, ST. MT selaku dosen teknik elektro yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.

6. Teman - teman program studi Teknik Elektro tahun angkatan 2012 sebagai teman seperjuangan selama kuliah.
7. Saudari Prasetya Widiastuti yang telah banyak memberikan dukungan kepada penulis.
8. Rekan - rekan kerja penulis bagian Technical Support Operation di Biznet Networks yang selalu memberikan support dan semangat untuk penulis segera lulus kuliah.
9. Dan pihak - pihak yang membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir hingga laporan ini selesai.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan ini, oleh karenanya kritik dan saran yang membangun senantiasa sangat diharapkan untuk kesempurnaan di masa mendatang ke alamat email [indr4\\_derma1@yahoo.com](mailto:indr4_derma1@yahoo.com).

Pada akhirnya penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkepentingan.

Jakarta, Januari 2016

( Indra Dermawan )

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pernyataan .....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Abstrak .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Tabel .....	xiv
Daftar Singkatan .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Metodologi Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	5

## BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Umum Teknologi 4G LTE .....	7
2.1.1 Arsitektur LTE dalam Sistem Komunikasi Seluler .....	9
2.1.2 Teknologi Kunci LTE .....	9
2.1.3 Teknologi Transmisi LTE .....	10
2.1.4 Alokasi Spektrum LTE.....	12
2.1.5 LTE 1800 MHz.....	14
2.1.6 LTE 2600 MHz.....	15
2.2 Filter.....	15
2.3 <i>Dualband Bandpass Filter</i> .....	17
2.4 Studi Literatur .....	18
2.4.1 Literatur Pertama .....	20
2.4.2 Literatur Kedua .....	21
2.4.3 Literatur Ketiga.....	23
2.4.4 Literatur Keempat .....	26
2.4.5 Tugas Akhir .....	28
2.5 Aproksimasi Filter .....	29
2.5.1 Aproksimasi <i>Butterworth</i> .....	29

2.5.2 Aproksimasi <i>Chebyshev</i> .....	31
2.6 Saluran Transmisi Mikrostrip .....	32
2.7 Perhitungan Impedansi Gelombang .....	34
2.8 Perancangan Mikrostrip.....	36
2.9 <i>Square Open Loop Resonator</i> .....	37
2.10 Kopling Antar Resonator .....	39

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir perancangan dan Fabrikasi <i>Dualband BPF</i> .....	41
3.2 Perlengkapan yang digunakan dalam penelitian .....	42
3.2.1 Perangkat Lunak .....	42
3.2.2 Perangkat Keras .....	42
3.3 Spesifikasi Rancangan <i>Dualband Bandpass Filter</i> .....	43
3.4 Pemilihan Bahan Dielektrika .....	44
3.5 Pemilihan Metode Pembuatan Filter .....	45

### **BAB IV PERANCANGAN DAN REALISASI FILTER**

4.1 Perancangan <i>Square Open loop Resonator</i> .....	47
4.1.1 Perhitungan Lebar Saluran <i>Input</i> dan <i>Output</i> .....	47
4.1.2 Perhitungan Ukuran <i>Resonator</i> .....	49



4.2 Perancangan Kopling <i>Resonator</i> .....	51
4.2.1 Kopling Elektrik .....	52
4.2.2 Posisi Pencatuan atau Letak Port .....	53
4.3 Penentuan Jarak <i>Resonator</i> .....	55
4.4 Simulasi Hasil Rancangan <i>Dualband Bandpass Filter</i> .....	57
4.5 Fabrikasi <i>Dualband Bandpass Filter</i> .....	62
4.6 Pengukuran dan Analisa <i>Dualband Bandpass Filter</i> .....	64
4.6.1 Respon Hasil Pengukuran .....	65
4.6.2 Analisa Hasil Pengukuran .....	67
 <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 : Metodologi Penelitian.....	5
Gambar 2.1 : Teknik OFDMA .....	11
Gambar 2.2 : Opsi spektrum dan refarming.....	14
Gambar 2.3 : Pengaturan Frekuensi pada LTE 1800 MHZ .....	14
Gambar 2.4 : Pengaturan Frekuensi pada LTE 2600 MHZ .....	15
Gambar 2.5 : Respon <i>Dualband Bandpass Filter</i> ideal.....	17
Gambar 2.6 : Toleransi yang diberikan pada <i>Dualband Bandpass Filter</i> .....	18
Gambar 2.7 : Desain Filter <i>Dualband Bandpass Filter</i> 3G.....	21
Gambar 2.8 : Desain <i>Dualband Bandpass Filter</i> .....	22
Gambar 2.9 : Desain <i>for Wimax and WLAN applications</i> .....	24
Gambar 2.10 : Desain Filter <i>using stub loaded resonators</i> .....	27
Gambar 2.11 : Desain Filter <i>Dualband Bandpass Filter</i> 4G .....	29
Gambar 2.12 : Respon <i>lowpass filter</i> dan pola distribusi <i>butterworth</i> .....	30
Gambar 2.13 : Respons <i>lowpass filter</i> dan posisi untuk pendekatan <i>Chebyshev</i> .	31
Gambar 2.14 : Mikrostip dan bagian-bagian pentingnya.....	33
Gambar 2.15 : Pendefinisian permitivitas relatif sebagai alat bantu analisa.....	34

Gambar 2.16 : <i>Square open loop resonator</i> dapat dibentuk dari sebuah resonator lurus tunggal.....	38
Gambar 2.17 : Ragam struktur tipe kopling dari <i>resonator</i> terkopling dengan (a) kopling elektrik, (b) kopling magnetik, (c) dan (d) kopling campuran.....	39
Gambar 3.1 : Diagram Alir perancangan dan realisasi <i>dualband bandpass filter square open loop resonator</i> .....	41
Gambar 3.2 : Respon spesifikasi <i>dualband BPF</i> frekuensi 1800 MHz.....	43
Gambar 3.3 : Respon spesifikasi <i>dualband BPF</i> frekuensi 2600 MHz.....	44
Gambar 3.4 : Metode <i>square open loop BPF</i> Jurnal.....	45
Gambar 3.5 : Metode <i>square open loop BPF</i> Tugas Akhir.....	46
Gambar 4.1 : Ilustrasi bentuk resonator.....	51
Gambar 4.2 : Jarak Resonator Kopling Elektrik.....	52
Gambar 4.3 : Grafik fasa $S_{21}(\circ)$ .....	53
Gambar 4.4 : Struktur pencatuan resonator.....	53
Gambar 4.5 : Bentuk gelombang pencatuan resonator.....	54
Gambar 4.6 : Desain <i>Dualband Bandpass filter</i> 2 resonator.....	55
Gambar 4.7 : Simulasi penentuan jarak resonator.....	55
Gambar 4.8 : Bentuk gelombang jarak resonator.....	56

Gambar 4.9 : Desain filter model 1 .....	57
Gambar 4.10 : Grafik simulasi filter model 1 .....	58
Gambar 4.11 : Desain filter model 2.....	58
Gambar 4.12 : Grafik simulasi filter model 2 .....	59
Gambar 4.13 : Desain filter model 3.....	60
Gambar 4.14 : Grafik simulasi filter model 3 .....	60
Gambar 4.15 : Desain filter model 4.....	61
Gambar 4.16 : Grafik simulasi filter model 4 .....	61
Gambar 4.17 : Film pada proses <i>photo etching</i> .....	63
Gambar 4.18 : Hasil 4 model filter yang di <i>etching</i> .....	63
Gambar 4.19 : Alat ukur <i>Vector Network Analyzer</i> .....	64
Gambar 4.20 : Hasil pengukuran filter model 1 .....	65
Gambar 4.21 : Hasil pengukuran filter model 2.....	65
Gambar 4.22 : Hasil pengukuran filter model 3.....	66
Gambar 4.23 : Hasil pengukuran filter model 4.....	66
Gambar 4.24 : Grafik respon simulasi Sonnet dengan hasil fabrikasi filter .....	71

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : FDD dan TDD Bands .....	12
Tabel 2.2 : Alokasi frekuensi 4G LTE .....	13
Tabel 2.3 : Studi Literatur .....	19
Tabel 3.1 : Spesifikasi rancangan <i>dualband bandpass filter</i> .....	43
Tabel 3.2 : Spesifikasi Material PCB <i>Rogers 3210</i> .....	45
Tabel 4.1 : Tabel struktur pencatuan resonator .....	54
Tabel 4.2 : Tabel jarak resonator .....	56
Tabel 4.3 : Hasil simulasi filter model 1 dan 2 .....	59
Tabel 4.4 : Hasil simulasi filter model 3 dan 4 .....	62
Tabel 4.5 : Perbandingan spesifikasi rancangan, simulasi, dan hasil pengukuran <i>dualband bandpass filter</i> dengan material <i>Rogers 3210</i> model 1 .....	67
Tabel 4.6 : Perbandingan spesifikasi rancangan, simulasi, dan hasil pengukuran <i>dualband bandpass filter</i> dengan material <i>Rogers 3210</i> model 2 .....	68
Tabel 4.7 : Perbandingan spesifikasi rancangan, simulasi, dan hasil pengukuran <i>dualband bandpass filter</i> dengan material <i>Rogers 3210</i> model 3 .....	69
Tabel 4.8 : Perbandingan spesifikasi rancangan, simulasi, dan hasil pengukuran <i>dualband bandpass filter</i> dengan material <i>Rogers 3210</i> mode	

## DAFTAR SINGKATAN

AuC	: Authentication Center
BPF	: Band Pass Filter
BSC	: Base Station Controller
BSS	: Base Station Subsystem
BTS	: Base Tranceiver Station
CDMA	: Code Division Multiple Access
EDGE	: Enhanced Data Rate for GSM Evolution
EIR	: Equipment Identity Register
FDD	: Frequency Division Duplexing
FDM	: Frequency Division Multiplexing
FFR	: Fractional Frequency Reuse
GPRS	: Global Position Radio System
GSM	: Global System Mobile
HLR	: Home Location Register
HSDPA	: High Speed Downlink Packet Access
HSPA	: High Speed Packet Access
IP	: Internet Protocol

IPTV : Internet Protocol TeleVision

LTE : Long Term Evolution

MIMO : Multiple Input Multiple Output

MS : Mobile Station

MSC : Mobile Switching Center

NSS : Network Switching Subsystem

OFDMA : Orthogonal Frequency Division Multiple Access

OMS : Operation and Maintenance System

PCB : Printed Circuit Board

QoS : Quality of Service

RF : Radio Frekuensi

RSS : Radio Sub System

SCFDMA : Single Carrier Frequency Division Multiple Access

TDD : Time Division Duplexing

TEM : Transversal Elektro Magnetic

TRAU : Transcoder and Rate Adaptation Unit

UMTS : Universal Mobile Telephone Standard

VLR : Visitor Location Register

VNA : Vector Network Analyzer

WCDMA : Wide Code Division Multiple Access

WIMAX : Worldwide Interoperability for Microwave Access

WLAN : Wireless Local Area Network

3G : 3<sup>rd</sup> Generation

3GPP : 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project

4G : 4<sup>th</sup> Generation



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA