

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN REALISASI *BANDPASS*

FILTER MENGGUNAKAN METODE *SQUARE OPEN*

LOOP RESONATOR* DENGAN *VIA GROUND HOLE

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



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2016

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wiguna Prasetyo
N.I.M : 41411120022
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Realisasi *Bandpass* Filter
Menggunakan Metode *Square Open Loop*
Resonator Dengan *Via Ground Hole*

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 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,


[Wiguna Prasetyo]

LEMBAR PENGESAHAN

**Perancangan dan Realisasi *Bandpass* Filter Menggunakan Metode *Square*
Open Loop Resonator Dengan *Via Ground Hole***

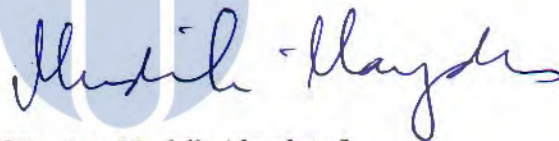
Disusun Oleh :

Nama : Wiguna Prasetyo

N.I.M : 41411120022

Jurusan : Teknik Elektro

Pembimbing



[Prof.Dr.-Ing Mudrik Alaydrus]

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir/Ketua Program Studi



[Ir. Yudhi Gunardi, MT]

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah serta ridho-Nya. Tidak lupa kami berikan Shalawat dan Salam kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang seperti kita rasakan saat ini. sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan laporan Tugas Akhir dengan judul: **"Perancangan dan Realisasi *Bandpass Filter* Menggunakan Metode *Square Open Loop Resonator* Dengan *Via Ground Hole*".**

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa banyak sekali pihak-pihak yang memberikan dukungan dan bantuannya. Untuk itu pada kesempatan ini izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof Dr-Ing Mudrik Alaydrus sebagai dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan pengarahan, diskusi dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dian Widi Astuti, ST, MT selaku dosen ilmu Telekomunikasi yang membantu penulis dalam melakukan penelitian dan memberikan pengarahan.
3. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan semangat dan bantuan material serta moral sehingga membuat penulis selalu termotivasi, kuat serta mampu untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Rendi Yuda, Indra Dermawan dan rekan-rekan mahasiswa/i Teknik Elektro Angkatam 20 yang telah banyak membantu dan mendukung saya.
5. Rekan-rekan di NOC iForte , Rohis Telkom @17 dan UKT RW 06 Kamp.Bali untuk semua dukungan dan bantuannya untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
6. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang dapat mengirimkan email ke *wigunaprasetyo@gmail.com*. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu pelaksanaan dan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini. Akhirnya, semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan juga bermanfaat bagi penulis pada khususnya

UNIVERSITAS
Wassalamualaikum Wr.Wb
MERCU BUANA

Jakarta, Januari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Singkatan.....	xvi
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Metodologi Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	6

BAB II: LANDASAN TEORI

2.1 <i>Radio Frequency Identification</i>	7
2.2 Frekuensi Kerja RFID	8
2.3 Studi Literatur	10
2.4 Band Pass Filter	16
2.5 Aproksimasi Filter	18
2.5.1 Aproksimasi <i>Butterworth</i>	18
2.5.2 Aproksimasi <i>Chebyshev</i>	19
2.6 Saluran Transmisi Mikrostrip	20
2.7 Perhitungan Impedansi Gelombang	22
2.8 Perancangan Mikrostrip	25
2.9 <i>Square Open Loop Resonator</i>	25
2.10 Kopling Antar Resonator	27
2.10.1 Kopling Elektrik	28
2.10.2 Kopling Magnetik	31
2.10.3 Kopling Campuran	34
2.11 Rumus Umum untuk Mengekstraksi Koefisien Kopling	36
2.12 Rumus Umum untuk Mengekstraksi Eksternal <i>Quality</i> Faktor Q_e	36
2.13 <i>Via Ground Hole</i> Pada Filter Mikrostrip	40

BAB III : METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Perancangan dan Fabrikasi <i>Band Pass Filter</i>	42
3.2 Perlengkapan yang digunakan dalam penelitian.....	43
3.2.1 Perangkat Lunak	43
3.2.2 Perangkat Keras	43
3.3 Spesifikasi Rancangan <i>Bandpass Filter</i>	44
3.4 Pemilihan Bahan Dielektrika	44
3.5 Pemilihan Metode Pembuatan <i>Filter</i>	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 Resonator	48
4.2 Simulasi Hasil Perhitungan Dimensi Resonator	51
4.3 Dimensi Filter Dengan <i>Via Ground Hole</i>	51
4.4 Perhitungan Kopling Resonator	54
4.4.1 Kopling Magnetik	54
4.4.2 Kopling Elektrik	57
4.4.3 Kopling Campuran	58
4.4.4 Faktor Kualitas Eksternal dan Letak <i>Port</i>	62
4.5 Perhitungan Koefisien Kopling pada struktur <i>Bandpass Filter</i>	62

4.6 Penentuan Jarak Resonator	64
4.7 Pengaruh Jarak Antar Resonator Terhadap Karakteristik Filter	66
4.8 Kesimpulan Rancangan <i>BandPass</i> Filter	68
4.9 Fabrikasi <i>BandPass</i> Filter	70
4.10 Pengukuran Band Pass Filter	71
4.10.1 Data Hasil Pengukuran	72
4.10.2 Perbandingan Hasil Pengukuran	75
4.11 Analisa Hasil Pengukuran	77
4.11.1 Analisa Pergeseran Frekuensi Kerja	77
4.11.2 Analisa Pergeseran Frekuensi Kerja	78
4.12 Reduksi Dimensi Filter	79
 BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik dari beberapa frekuensi kerja RFID	8
Tabel 3.1	Spesifikasi rancangan <i>Bandpass</i> filter.	44
Tabel 3.2	Spesifikasi Material PCB Rogers RO4350B.	45
Tabel 4.1	Dimensi saluran resonator.....	51
Tabel 4.2	Menunjukkan ukuran rancangan panjang resonator tanpa via ground hole dan dengan via ground hole.....	53
Tabel 4.3	Hubungan antara lebar celah antar resonator terhadap bandwidth filter dan performansi filter yaitu nilai S11 dan S21.....	67
Tabel 4.4	Ukuran komponen <i>square open-loop via ground hole</i>	69
Tabel 4.5	Perbandingan spesifikasi rancangan, simulasi, dan hasil pengukuran Bandpass filter dengan 6 Resonator.	75
Tabel 4.6	Perbandingan spesifikasi rancangan, simulasi, dan hasil pengukuran Bandpass filter dengan 2 Resonator.	76
Tabel 4.7	Perbandingan ukuran keseluruhan filter	80
Tabel 4.8	Perbandingan grafik respon hasil simulasi	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema kerja perangkat RFID	7
Gambar 2.2	Hasil Fabrikasi Filter dengan bahan FR-4	12
Gambar 2.3	<i>Design Filter Hairpin Via Ground Holes</i>	13
Gambar 2.4a	Mikrostip <i>single via holes</i>	14
Gambar 2.4b	Mikrostrip <i>double via holes</i>	14
Gambar 2.5	Desain <i>band pass filter square open-loop coupling</i>	15
Gambar 2.6	Diagram blok Filter secara umum.....	16
Gambar 2.7	Respon <i>Band Pass Filter</i> ideal	17
Gambar 2.8	Toleransi yang diberikan pada sebuah <i>band pass filter</i>	17
Gambar 2.9	Respons <i>lowpass filter</i> dan posisi poles untuk pendekatan Butterworth.	19
Gambar 2.10	Respons <i>lowpass filter</i> dan posisi untuk pendekatan <i>Chebyshev</i> ..	20
Gambar 2.11	Mikrostip dan bagian-bagian pentingnya	22
Gambar 2.12	Pendefinisian permitivitas relatif sebagai alat bantu analisa.....	23
Gambar 2.13	<i>Square Open Loop Resonator</i> dapat dibentuk dari sebuah resonator lurus tunggal.....	26
Gambar 2.14a	Ragam struktur tipe kopling dari resonator kopling elektrik.....	28
Gambar 2.14b	Ragam struktur tipe kopling dari resonator kopling magnetik.....	28
Gambar 2.14c	Ragam struktur tipe kopling dari resonator kopling kopling campuran.	28
Gambar 2.15	Rangkaian resonator terkopel disetel dengan kopling elektrik	29

Gambar 2.16	Sebuah alternatif dari rangkaian ekuivalen dengan sebuah pembalik admintansi $J = \omega C_m$ untuk mempresentasikan kopling.	30
Gambar 2.17a	Rangkaian resonator terkopel disetel serentak dengan kopling magnetik..	33
Gambar 2.17b	Sebuah alternatif dari rangkaian ekuivalen dengan sebuah pembalik impedansi $K = \omega L_m$ untuk mempresentasikan kopling.	33
Gambar 2.18a	Representasi jaringan dari rangkaian resonator terkopel yang diset secara <i>sinkron</i> dengan kopling campuran,	36
Gambar 2.18b	Sebuah rangkaian ekivalen terkait dengan sebuah <i>inverter impedansi</i>	36
Gambar 2.19a	Model struktur kopling <i>input/output</i> (I/O) pada resonator filter (<i>a</i>) <i>Tapped-line coupling</i>	37
Gambar 2.19b	Model struktur kopling <i>input/output</i> (I/O) pada resonator filter <i>Coupled-line coupling</i>	37
Gambar 2.20	Rangkaian pengganti Kopling I/O resonator filter	38
Gambar 2.21	Respon fasa <i>S11</i> dari rangakain 2.18.	39
Gambar 2.22	<i>Via through hole</i> pada mikrostrip	40
Gambar 3.1	Diagram Alir perancangan dan realisasi <i>band pass filter square open-loop resonator</i>	42
Gambar 3.2a	Metode <i>Hairpinline via ground holes BPF</i>	46
Gambar 3.2b	Metode <i>square open-loop BPF</i>	46
Gambar 4.1	Ilustrasi bentuk resonator	50
Gambar 4.2	Hasil Simulasi <i>S21</i> dari satu buah resonator hasil rancangan	51
Gambar 4.3a	Ukuran satu buah resonator tanpa <i>via ground hole</i>	53

Gambar 4.3b	Ukuran satu buah resonator dengan <i>via ground hole</i>	53
Gambar 4.4	Hasil Simulasi S21 dari satu buah resonator filter <i>square open-loop</i> dengan <i>via ground hole</i>	53
Gambar 4.5	Frekuensi resonansi pada kopling magnetik dan grafik fasa S21 (°)	55
Gambar 4.6	Grafik koefisien kopling magnetik terhadap jarak	56
Gambar 4.7	Frekuensi resonansi pada kopling Elektrik, dan grafik fasa S21(°)	57
Gambar 4.8	Koefisien kopling elektrik terhadap jarak	58
Gambar 4.9	Konfigurasi struktur kopling campuran	59
Gambar 4.10a	Frekuensi resonansi pada kopling Campuran Jenis fasa positif	59
Gambar 4.10b	Frekuensi resonansi pada kopling Campuran Jenis fasa negatif ...	60
Gambar 4.11a	Koefisien kopling campuran (mix) terhadap jarak dengan material Jenis fasa positif	60
Gambar 4.11b	Koefisien kopling campuran (mix) terhadap jarak dengan material Jenis fasa negatif	61
Gambar 4.12	Struktur pencatuan resonator	62
Gambar 4.13	Desain <i>Bandpass</i> filter 6 resonator	64
Gambar 4.14	Desain <i>Bandpass</i> filter 6 Resonator <i>via Ground holes</i>	65
Gambar 4.15	Grafik simulasi filter sesuai hasil analisa dan perhitungan	66
Gambar 4.16	Grafik simulasi filter dengan ukuran lebar celah a = 1,5 mm, b = 1,6 mm dan c = 2,6 mm	68
Gambar 4.17	Rancangan Band Pass Filter yang akan difabrikasi	69
Gambar 4.18a	Film Negatif pada proses <i>photo etching</i>	70

Gambar 4.18b Hasil 6 Model yang di etching	71
Gambar 4.18c Realisasi Bandpass Filter 6 Resonator	71
Gambar 4.18d Realisasi Bandpass Filter 2 Resonator	71
Gambar 4.19a Hasil pengukuran Bandpass filter 6 Resonator S_{11} dan S_{21}	72
Gambar 4.19b Pengukuran Bandwidth S_{21}	73
Gambar 4.20a Hasil pengukuran Bandpass filter 2 Resonator S_{11} dan S_{21}	74
Gambar 4.20b Pengukuran Bandwidth S_{21}	74
Gambar 4.21a Perbandingan grafik respon hasil simulasi dan fabrikasi Bandpass filter 6 Resonator	77
Gambar 4.21b Perbandingan grafik respon hasil simulasi dan fabrikasi Bandpass filter 2 Resonator	77
Gambar 4.22a Ukuran Filter tanpa <i>via ground hole</i>	81
Gambar 4.22b Ukuran Filter dengan <i>via ground hole</i>	81
Gambar 4.23 Perbandingan hasil simulasi tanpa <i>via ground hole</i> dan dengan <i>via</i> <i>ground hole</i>	81

DAFTAR SINGKATAN

BPF	: <i>Bandpass Filter</i>
EPC	: <i>Electronic Product Code</i>
FBW	: <i>Fractional Bandwidth</i>
RFID	: <i>Radio Frequency Identification</i>
S_{11}	: Faktor Refleksi
S_{21}	: Faktor Transmisi
UHF	: <i>Ultra High Frequency</i>
VNA	: <i>Vector Network Analyzer</i>

