



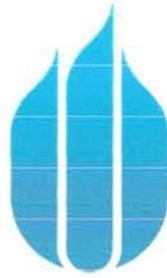
UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**ANALISA PARAMETER KADAR GLUKOSA  
MENGUNAKAN SENSOR NON-INVASIF DENGAN  
BENTUK DASAR RING STRUCTURE RESONATOR**

TESIS

UNIVERSITAS  
Oleh :  
MERCU BUANA  
MARIA BESTARINA LAILI  
55417120008

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2020**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**ANALISA PARAMETER KADAR GLUKOSA  
MENGUNAKAN SENSOR NON-INVASIF DENGAN  
BENTUK DASAR RING STRUCTURE RESONATOR**

**TESIS**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Oleh :

**MARIA BESTARINA LAILI**

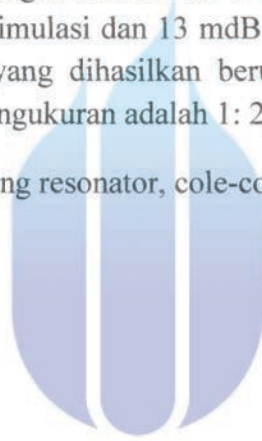
NIM : 55417120008

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
2020**

## ABSTRAK

Pada penelitian ini, dibahas mengenai bentuk sensor yang digunakan untuk mendeteksi kadar gula darah dengan metode non-invasive. Bentuk sensor yang digunakan adalah berupa ring resonator karena mudah dalam pembuatannya. Perancangan bentuk sensor tersebut berdasarkan perhitungan rumus dasar mikrostrip dan dengan software HFSS dilakukan perancangan dan simulasi. Pengukuran dengan simulasi menggunakan jaringan tiruan manusia dalam hal ini ujung jari telunjuk manusia (Tissue mimicking phantom) berupa replikasi sifat dielektrik dari lapisan kulit, lemak, darah dan tulang. Perhitungan sifat dielektrik jaringan tiruan manusia tersebut menggunakan model cole-cole. Analisa cole-cole lebih akurat dalam menentukan spektrum tissue. Sensor ring resonator ini bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dengan sensitifitas 5 mdB setiap penambahan 1 mg/dl kadar glukosa darah pada simulasi dan 13 mdB pada pengukuran. Selain sensitif, level faktor refleksi S11 yang dihasilkan berubah secara linier. Perbandingan antara hasil simulasi dan pengukuran adalah 1: 2,5.

Kata kunci: non-invasive, ring resonator, cole-cole model, tissue phantom



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## ABSTRACT

This study examined the form of a sensor used to detect blood sugar level by non-invasive methods. Furthermore, the shape of the sensor used is a ring resonator because the electric field there are two sides of the ring, namely the upper and lower sides and evenly distributed in each part so that it can be used to interact with the test material as a sensor. The sensor design is based on the calculation of the basic microstrip formula and the HFSS software designed and simulated with parametric method. The simulated measurements using man-made tissue, in this case, the tip of the human index finger (tissue-mimicking phantom), are a replica of the dielectric properties of skin, fat, blood, and bone layers. The calculation of the dielectric properties of man-made tissue using the cole-cole model, in which the analysis is more accurate in determining human tissue phantom, was carried out. The ring resonator sensor works at a frequency of 2.4 GHz with a sensitivity of 5 m dB for each increase in blood glucose levels of 1 mg/dl in the simulation and 13 mdB in measurements. The reflectivity produced by S11 is not only sensitive, it also changes linearly, and the ratio between the simulation and measurement results is 1:2.5.

Keywords: non-invasive; ring resonator; cole-cole model; tissue phantom;



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisa Parameter Kadar Glukosa Menggunakan Sensor Non-Invasif Dengan Bentuk Dasar Ring Structure Resonator  
Nama : Maria Bestarina Laili  
NIM : 55417120008  
Program : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro  
Konsentrasi : Microwave (MW)  
Tanggal : 26 Januari 2021

Pembimbing,



(Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus)

Mengetahui,

Direktur Pascasarjana

Ketua Program Studi



(Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus)



(Prof. Dr. Ir. Andi adriyansyah, M.Eng)

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini :

Judul Tesis : Analisa Parameter Kadar Glukosa Menggunakan Sensor Metamaterial Non-Invasif dengan Bentuk Dasar Ring Structure Resonator

Nama : Maria Bestarina Laili

NIM : 55417120008

Program : Magister Teknik Elektro

Konsentrasi : Microwave (MW)

Tanggal : 6 Februari 2021

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 6 Februari 2021



(Maria Bestarina Laili)

## PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Maria Bestarina Laili  
NIM : 55417120008  
Program Studi : Magister Teknik Elektro

dengan judul “*ANALYSIS OF GLUCOSE LEVEL PARAMETERS USING A NON-INVASIVE SENSOR BASED ON RING STRUCTURE RESONATOR*”, telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 13/2/2021, didapatkan nilai persentase sebesar 12 %.

Jakarta, 13 Februari 2021  
Administrator Turnitin

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
Arie Pangudi, A.Md

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul **“Analisa Parameter Kadar Glukosa Menggunakan Sensor Non-Invasif Dengan Bentuk Dasar Ring Structure Resonator”**. Penulisan Tesis ini disusun sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, saran dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kemampuan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tesis ini.
2. Prof. Dr. Ir. Andi adriyansyah, M.Eng selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
3. Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan dalam penyusunan Tesis ini.
4. Suami Tercinta M. Khayron yang telah memberikan segalanya dan anak-anak ummi yang soleh dan pintar (Mas Asyraf dan Dedek Taqi) yang selalu mendukung serta selalu menyemangati.
5. Ayah, ibu dan adik serta keluarga yang telah memberikan dukungan material dan moral.
6. Seluruh teman-teman seperjuangan MTEL 22 dalam penyusunan Tesis ini dan masa perkuliahan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
7. Teman-teman MW, anak kereta, trio team Karawang-Bekasi yang selalu siap membantu.
8. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu yang telah terlibat banyak membantu sehingga Tesis ini dapat diselesaikan.



Dalam pengusunan Tesis ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan baik dalam isi maupun analisisnya, dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan. Oleh karena itu, penulis mohon maaf sebesar-besarnya dan penulis mengharapkan para pembaca dapat memberi kritik dan saran yang membangun sehingga menjadikan penelitian lebih baik. Akhir kata semoga Tesis ini membawa manfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya serta dapat menambah pengembangan ilmu di bidang Microwave Technology.

Jakarta, 30 Nopember 2020

Penulis



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan .....	3
1.5. Manfaat .....	4
1.6. Metodologi Penelitian.....	4
1.7. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR</b>	
2.1. Studi Jurnal .....	6
2.2. Mikrostrip Resonator .....	12
2.2.1. Struktur Mikrostrip .....	12
2.2.2. Struktur Dasar dan Prinsip Kerja Resonator Mikrostrip Line.....	13
2.2.3. Pendekatan Quasi TEM .....	15
2.2.4. Permittivitas Relatif Efektif dan Impedansi Karakteristik .....	15
2.2.5. Guided Wavelength, kecepatan Fasa dan Electrical Length.....	17
2.3. Cole-Cole .....	18
2.4. Jaringan Tiruan .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Perancangan Sensor .....	22
3.2 Perlengkapan yang Digunakan.....	23

3.3	Desain Sensor .....	23
3.4	Perhitungan Rancangan Dasar Sensor .....	24
3.5	Desain Jaringan Tiruan .....	25
3.6	Desain Jaringan Tiruan dengan Model Cole-Cole .....	26
3.7	Rangkaian Pengujian Sensor Dengan Vector Network Analyzer .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Hasil Rancangan Sensor .....	29
4.1.1	Rancangan Sensor Glukosa Dasar .....	29
4.1.2	Rancangan Sensor Glukosa Modifikasi .....	31
4.1.3	Analisis Hasil Rancangan .....	32
4.2	Rancangan Jaringan Tiruan .....	33
4.3	Realisasi Sensor .....	35
4.4	Pengukuran Karakteristik Sensor .....	36
4.5	Pengukuran Sensor dengan Jaringan Tiruan .....	38
4.5.1	Pengukuran Sensor dengan Kadar Glukosa 72 mg/dl .....	38
4.5.2	Pengukuran Sensor dengan Kadar Glukosa 126 mg/dl .....	39
4.5.3	Pengukuran Sensor dengan Kadar Glukosa 162 mg/dl .....	40
4.5.4	Pengukuran Sensor dengan Kadar Glukosa 216 mg/dl .....	42
4.5.5	Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran Keseluruhan .....	43
4.6	Sensitifitas dan Linieritas Sensor .....	44
4.6.1	Sensitifitas dan Kelinieran Data Simulasi .....	45
4.6.2	Sensitifitas dan Kelinieran Data Pengukuran .....	46
4.6.3	Sensitifitas dan Kelinieran Data Keseluruhan .....	47
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	50
5.2	Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

3.3	Desain Sensor .....	23
3.4	Perhitungan Rancangan Dasar Sensor .....	24
3.5	Desain Jaringan Tiruan .....	25
3.6	Desain Jaringan Tiruan dengan Model Cole-Cole .....	26
3.7	Rangkaian Pengujian Sensor Dengan Vector Network Analyzer .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Hasil Rancangan Sensor .....	29
4.1.1	Rancangan Sensor Glukosa Dasar .....	29
4.1.2	Rancangan Sensor Glukosa Modifikasi .....	31
4.1.3	Analisis Hasil Rancangan .....	32
4.2	Rancangan Jaringan Tiruan .....	33
4.3	Realisasi Sensor .....	35
4.4	Pengukuran Karakteristik Sensor .....	36
4.5	Pengukuran Sensor dengan Jaringan Tiruan .....	38
4.5.1	Pengukuran Sensor dengan Kadar Glukosa 72 mg/dl .....	38
4.5.2	Pengukuran Sensor dengan Kadar Glukosa 126 mg/dl .....	39
4.5.3	Pengukuran Sensor dengan Kadar Glukosa 162 mg/dl .....	40
4.5.4	Pengukuran Sensor dengan Kadar Glukosa 216 mg/dl .....	42
4.5.5	Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran Keseluruhan .....	43
4.6	Sensitifitas dan Linieritas Sensor .....	44
4.6.1	Sensitifitas dan Kelinieran Data Simulasi .....	45
4.6.2	Sensitifitas dan Kelinieran Data Pengukuran .....	46
4.6.3	Sensitifitas dan Kelinieran Data Keseluruhan .....	47
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	50
5.2	Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. (a) Struktur simulasi sebenarnya; (b) model simulasi di bawah media yang berbeda pada sensor.....	6
Gambar 2.2. (a) hasil simulasi; (b) hasil simulasi dengan permivity 26; (c) hasil simulasi dengan permivity 36; (d) hasil simulasi dengan permivity 46.....	7
Gambar 2.3. (a) design sensor; (b) hasil fabrikasi dan pengujian.....	8
Gambar 2.4. Hasil simulasi parameter S11 (koefisien refleksi).....	8
Gambar 2.5. (a) struktur dari SRR, $r$ = external radius, $c$ = lebar cincin, $d$ = jarak antar ring, $s$ = lebar celah ring, $h$ = ketebalan substrate (b) Equivalent circuit dari SRR.....	9
Gambar 2.6. Design antenna.....	9
Gambar 2.7. (a) desain antena (b) hasil simulasi S11.....	10
Gambar 2.8. Hasil fabrikasi coupled electromagnetically SRR dengan bahan material FR4.....	11
Gambar 2.9. Faktor refleksi S11 dari simulasi dan hasil fabrikasi.....	11
Gambar 2.10. Struktur saluran transmisi Microstrip.....	13
Gambar 2.11. Mikrostrip open resonator (a) Pandangan atas sebuah mikrotrip resonator lurus (b) Rangkaian ekuivalen untuk perhitungan input admitansi dari sembarang titik sepanjang resonator.....	13
Gambar 2.12. Distribusi tegangan pada resonator lurus.....	14
Gambar 2.13. (a) struktur dari SRR ganda.....	19
Gambar 3.1. (a) diagram alir metode penelitian yang akan dilakukan.....	22
Gambar 3.2 Desain Dasar Sensor.....	25
Gambar 3.3 Desain Jaringan Tiruan.....	26
Gambar 3.4. Rangkaian pengujian sensor dengan <i>Vector Network Analyzer</i> .....	27
Gambar 3.5. Struktur resonator/antenna pada pengukuran faktor refleksi.....	28
Gambar 4.1 Desain Dasar Sensor Berbentuk Ring.....	29
Gambar 4.2 Hasil Simulasi Faktor Refleksi pada Perhitungan Awal.....	30
Gambar 4.3 Medan Listrik (magnitude E) pada ring resonator standard.....	30
Gambar 4.4 Desain Sensor Setelah Di Modifikasi (A) Tampak Depan, (B) Tampak Belakang.....	31

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. (a) Struktur simulasi sebenarnya; (b) model simulasi di bawah media yang berbeda pada sensor.....	6
Gambar 2.2. (a) hasil simulasi; (b) hasil simulasi dengan permivity 26; (c) hasil simulasi dengan permivity 36; (d) hasil simulasi dengan permivity 46.....	7
Gambar 2.3. (a) design sensor; (b) hasil fabrikasi dan pengujian.....	8
Gambar 2.4. Hasil simulasi parameter S11 (koefisien refleksi).....	8
Gambar 2.5. (a) struktur dari SRR, $r$ = external radius, $c$ = lebar cincin, $d$ = jarak antar ring, $s$ = lebar celah ring, $h$ = ketebalan substrate (b) Equivalent circuit dari SRR.....	9
Gambar 2.6. Design antenna.....	9
Gambar 2.7. (a) desain antena (b) hasil simulasi S11.....	10
Gambar 2.8. Hasil fabrikasi coupled electromagnetically SRR dengan bahan material FR4.....	11
Gambar 2.9. Faktor refleksi S11 dari simulasi dan hasil fabrikasi.....	11
Gambar 2.10. Struktur saluran transmisi Microstrip.....	13
Gambar 2.11. Mikrostrip open resonator (a) Pandangan atas sebuah mikrotrip resonator lurus (b) Rangkaian ekuivalen untuk perhitungan input admitansi dari sembarang titik sepanjang resonator.....	13
Gambar 2.12. Distribusi tegangan pada resonator lurus.....	14
Gambar 2.13. (a) struktur dari SRR ganda.....	19
Gambar 3.1. (a) diagram alir metode penelitian yang akan dilakukan.....	22
Gambar 3.2 Desain Dasar Sensor.....	25
Gambar 3.3 Desain Jaringan Tiruan.....	26
Gambar 3.4. Rangkaian pengujian sensor dengan <i>Vector Network Analyzer</i> .....	27
Gambar 3.5. Struktur resonator/antenna pada pengukuran faktor refleksi.....	28
Gambar 4.1 Desain Dasar Sensor Berbentuk Ring.....	29
Gambar 4.2 Hasil Simulasi Faktor Refleksi pada Perhitungan Awal.....	30
Gambar 4.3 Medan Listrik (magnitude E) pada ring resonator standard.....	30
Gambar 4.4 Desain Sensor Setelah Di Modifikasi (A) Tampak Depan, (B) Tampak Belakang.....	31

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. (a) Struktur simulasi sebenarnya; (b) model simulasi di bawah media yang berbeda pada sensor.....	6
Gambar 2.2. (a) hasil simulasi; (b) hasil simulasi dengan permivity 26; (c) hasil simulasi dengan permivity 36; (d) hasil simulasi dengan permivity 46.....	7
Gambar 2.3. (a) design sensor; (b) hasil fabrikasi dan pengujian.....	8
Gambar 2.4. Hasil simulasi parameter S11 (koefisien refleksi).....	8
Gambar 2.5. (a) struktur dari SRR, $r$ = external radius, $c$ = lebar cincin, $d$ = jarak antar ring, $s$ = lebar celah ring, $h$ = ketebalan substrate (b) Equivalent circuit dari SRR.....	9
Gambar 2.6. Design antenna.....	9
Gambar 2.7. (a) desain antenna (b) hasil simulasi S11.....	10
Gambar 2.8. Hasil fabrikasi coupled electromagnetically SRR dengan bahan material FR4.....	11
Gambar 2.9. Faktor refleksi S11 dari simulasi dan hasil fabrikasi.....	11
Gambar 2.10. Struktur saluran transmisi Microstrip.....	13
Gambar 2.11. Mikrostrip open resonator (a) Pandangan atas sebuah mikrotrip resonator lurus (b) Rangkaian ekuivalen untuk perhitungan input admitansi dari sembarang titik sepanjang resonator.....	13
Gambar 2.12. Distribusi tegangan pada resonator lurus.....	14
Gambar 2.13. (a) struktur dari SRR ganda.....	19
Gambar 3.1. (a) diagram alir metode penelitian yang akan dilakukan.....	22
Gambar 3.2 Desain Dasar Sensor.....	25
Gambar 3.3 Desain Jaringan Tiruan.....	26
Gambar 3.4. Rangkaian pengujian sensor dengan <i>Vector Network Analyzer</i> .....	27
Gambar 3.5. Struktur resonator/antenna pada pengukuran faktor refleksi.....	28
Gambar 4.1 Desain Dasar Sensor Berbentuk Ring.....	29
Gambar 4.2 Hasil Simulasi Faktor Refleksi pada Perhitungan Awal.....	30
Gambar 4.3 Medan Listrik (magnitude E) pada ring resonator standard.....	30
Gambar 4.4 Desain Sensor Setelah Di Modifikasi (A) Tampak Depan, (B) Tampak Belakang.....	31

Gambar 4.5 Hasil Simulasi Faktor Refleksi Perhitungan Dan Optimasi .....	32
Gambar 4.6 Medan Listrik (magnitudo E) pada ring resonator hasil modifikasi ..	32
Gambar 4.7 Jaringan Tiruan Yang Telah Dibuat .....	34
Gambar 4.8 Alat Pemotong Jaringan Tiruan yang Telah Dibuat .....	34
Gambar 4.9 Jaringan Tiruan yang Telah Dipotong .....	35
Gambar 4.10 Hasil Fabrikasi Sensor Tampak Depan .....	35
Gambar 4.11 Hasil Fabrikasi Sensor Tampak Belakang.....	36
Gambar 4.12 Pengukuran Sensor dengan VNA RODHE & SCHWARZ ZVA ...	36
Gambar 4.13 S11 Hasil Pengukuran Sensor Menggunakan VNA.....	37
Gambar 4.14 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran Pada Sensor Tanpa Jaringan Tiruan.....	37
Gambar 4.15 Pengukuran Sensor Menggunakan Jaringan Tiruan .....	38
Gambar 4.16 Kurva Perbandingan Hasil Simulasi Dengan Hasil Pengukuran Sensor Pada Jaringan Tiruan dengan Indeks Kadar Glukosa 72 mg/dl. ....	39
Gambar 4.17 Kurva Perbandingan Hasil Simulasi Dengan Hasil Pengukuran Sensor Pada Jaringan Tiruan dengan Kadar Glukosa 126 mg/dl. ....	40
Gambar 4.18 Kurva Perbandingan Hasil Simulasi Dengan Hasil Pengukuran Sensor Pada Jaringan Tiruan dengan Kadar Glukosa 162 mg/dl. ....	41
Gambar 4.19 Kurva Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran Sensor Pada Jaringan Tiruan dengan Kadar Glukosa 216 mg/dl. ....	42
Gambar 4.20 Kurva Perbandingan Simulasi dengan Hasil Pengukuran Keseluruhan.....	44
Gambar 4.21 kurva Perbandingan antara Kadar Glukosa dengan Level S11 (dB) pada Simulasi HFSS.....	45
Gambar 4.22 kurva Perbandingan Antara Kadar Glukosa dengan Level S11 (dB) pada Pengukuran Menggunakan VNA.....	47
Gambar 4.23 kurva Perbandingan antara Kadar Glukosa dengan Level S11 (dB) Keseluruhan.....	48



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengukuran Pada Larutan Gula .....	8
Tabel 2.2. Perbandingan Studi Jurnal.....	11
Tabel 2.3 Parameter Cole-Cole Model Untuk Beberapa Jaringan .....	19
Tabel 2.4. Komposisi bahan untuk pita frekuensi lebar (0.3 – 20 GHz) jaringan tiruan (Tissue Mimicking Phantom) .....	20
Tabel 2.5. Material Jaringan Darah Tiruan Dengan Indeks Glucose .....	21
Tabel 3.1 Parameter Pemilihan Substrat .....	24
Tabel 3.2 Spesifikasi Rancangan Dasar Sensor .....	25
Tabel 3.3. Parameter Cole-Cole untuk jaringan kulit, lemak dan darah .....	27
Tabel 4.1 Dimensi Sensor Berdasarkan Perhitungan Matematis dan Modifikasi.	31
Tabel 4.2 Material Jaringan Tiruan Darah dengan Kadar Glukosa [27] .....	34
Tabel 4.3 Perbandingan Simulasi dengan Hasil Pengukuran Keseluruhan .....	43
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran berdasarkan Kadar Glukosa.....	44
Tabel 4.5 Sensitifitas Sensor Hasil Simulasi HFSS .....	46
Tabel 4.6 Sensitifitas Hasil Pengukuran Sensor.....	47

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA