

Desain dan Karakteristik Antena Microstrip Sebagai Sensor Non – Destructive

Irfan Fadilah^{1*}, Khairi Budayawan²

¹Prodi Pendidikan Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

²Departemen Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*Corresponding author e-mail : irfanfadilah2110@mail.com

ABSTRAK

Non-destructive adalah teknik non-invasif untuk menentukan integritas bahan, struktur objek tanpa menghancurkan benda uji. Antena microstrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas groundplanendiantaranya terdapat bahan dielektrik. Perancangan antena mikrostrip pada penelitian ini menggunakan CST StudioSuite2019. 1) Menghasilkan rancangan pada CST suite studio antena mikrostrip dengan karakteristik yang telah ditentukan. 2) Dapat memahami perancangan antena mikrostrip dengan menggunakan CST suite studio. 3) Mengaplikasikan antena mikrostrip yang dirancanag sebagai sensor Non-destructive pada alat uji pada kadar larutan gula. 4) dapat merancang antena mikrostrip menggunakan bahan FR-4 (lossy). perancangan antena ada beberapa harus dilakukan, yaitu menentukan parameter antena, menentukan bahan *substrate, patch, ground plane* dan melakukan perhitungan terhadap dimensi patch, substrate dan ground. Pengujian Antena A&B menggunakan VNA. Hasil pengukuran S11 Antena A, semakin pekat kadar gula dalam larutan, maka S11 meningkat, sedangkan Phase tidak teratur. Hasil pengukuran S11 Antena B, semakin pekat kadar gula dalam larutan, nilai S11 tidak teratur, sedangkan Phase konstan naik. Hasil pengujian antena A untuk kadar larutan gula menggunakan VNA menunjukkan semakin meningkat kadar gula dalam air, maka nilai S11 antena konstan naik sedangkan pada phase menjadi tidak teratur. Hasil pengujian antena B untuk kadar larutan gula menggunakan VNA, meningkatnya kadar gula dalam air maka nilai S11 tidak teratur sedangkan pada phase konstan naik.

Kata kunci : *Non-destructive* (NDT), Antena Mikrostrip , *Sensor*

ABSTRACT

Non-destructive is a non-invasive technique to determine the integrity of the material, the structure of the object without destroying the test object. The microstrip antenna is a metal conductor attached to the ground plane in which there is a dielectric material. The design of the microstrip antenna in this study used CST StudioSuite2019. 1) design on the CST suite studio microstrip antenna with predetermined characteristics. 2) Can understand the design of the microstrip antenna using the CST suite studio. 3) Applying a microstrip antenna which is designed as a Non-destructive sensor on the test equipment on the concentration of sugar solution. 4) can design a microstrip antenna using FR-4 (lossy) material. There are several antenna designs that must be done, namely determining the antenna parameters, determining the substrate material, patch, ground plane and calculating the dimensions of the patch, substrate and ground. Testing A&B antennas using VNA. The results of the measurement of S11 Antenna A, the more concentrated the sugar content in the solution, the S11 increases, while the Phase is irregular. The results of the measurement of S11 Antenna B, the more concentrated the sugar content in the solution, the S11 value is irregular, while the constant phase increases. The results of testing antenna A for sugar solution content using VNA showed an increase in sugar content in the air, the S11 value of the antenna increased while the phase became irregular. The results of the antenna B test for the sugar solution content using VNA, the sugar content in the air then the S11 value is irregular while in the constant phase it increases.

Keywords: *Non-destructive* (NDT), Microstrip Antenna, *Sensor*

I. PENDAHULUAN

Non-Destructive Testing (NDT) merupakan teknik pengujian benda tanpa merusak kondisi struktur benda tersebut. Pengujian merupakan menjaga kondisi struktur benda yang akan diuji agar aman dan tidak mengalami kerusakan [5]. Antena mikrostrip memiliki kelebihan antara lain ringan dan berukuran kecil, mampu melakukan operasi single, double atau multiband, dan dapat menghasilkan polarisasi sirkuler atau linier [1][2]. Penentuan karakteristik dielektrik elemen substrat dapat menentukan kualitas performansi antena, substrat yang tebal dengan konstanta dielektrik rendah dapat memberikan efisiensi yang lebih baik, bandwidth yang lebih besar, tetapi ukuran elemen akan lebih besar [3]. beberapa model untuk menentukan frekuensi resonansi untuk antena multilayer. Model saluran transmisi adalah salah satunya, dimana model ini memiliki keterbatasan ditingkatkan [8][6].

Ada beberapa parameter-parameter yang harus diperhatikan pada antena mikrostrip. Beberapa parameter umum dijelaskan sebagai berikut: 1). Pola Radiasi, 2). *Bandwidth*, 3). *Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)*, 4). *Return Loss*, 5). *Directivity*, 6). *Gain*.

Antena mikrostrip yang dirancang dapat difungsikan sebagai sensor Non-Destructive. Antena yang akan dirancang akan memiliki spesifikasi : frekuensinya 2.4 GHz, $VSWR \leq 2$, $Return Loss \leq -9,5$ dB.

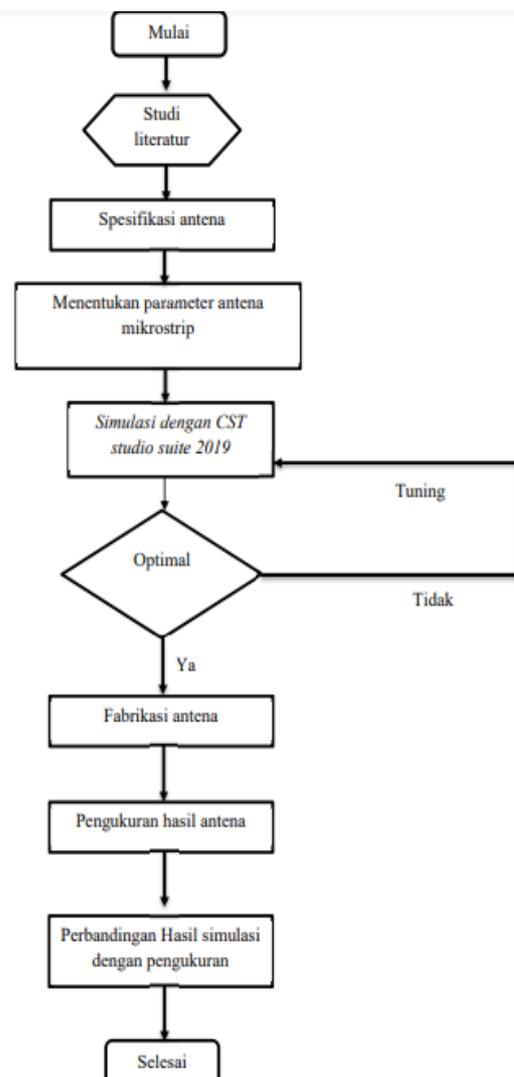
Perancangan desain antena mikrostrip dilakukan menggunakan rectangular patch (antena persegi panjang), ground plane tidak penuh karena menggunakan teknik pencatutan probe coaxial. Penelitian ini nantinya menjadi dasar acuan untuk membuat Alat Ukur Kadar Larutan Gula Dengan Menggunakan Radiasi Gelombang Mikro.

II. METODE

1. Diagram Alir Desain Antena

Dari gambar 1 Diagram Alir Desain Antena terlihat bagaimana alur kerja dari perancangan antena mikrostrip yang akan dibuat. Dalam perancangan ini yang pertama kali dilakukan adalah menentukan spesifikasi karakteristik kerja antena sensor *Non-destructive*, yakni nilai standar frekuensi kerjanya, koefisien refleksi, dan VSWR. Kemudian menentukan jenis substrat yang dipakai. Dalam hal ini yakni menggunakan jenis FR-4 Epoxy. Tahap berikutnya mendesain antena menggunakan software CST suite studio 2019 dan mensimulasikannya. Hasil dari simulasi ini kemudian ditentukan apakah perlu dioptimasi atau tidak. Optimasi ini berupa pengaturan ukuran substrat, patch, groundplane, dan

penempatan feed point. Tahap selanjutnya yakni melakukan pembuatan prototipe antena mikrostrip, dan mengukurnya berdasar parameter koefisien refleksi (S_{11}), VSWR, pola radiasi, gain dan Axial Ratio. Hasil pengukuran ini lalu ditentukan apakah prototipe perlu dioptimasi atau tidak, untuk mendapatkan karakteristik antena yang diinginkan. Prototipe yang hasil pengukurannya paling mendekati karakteristik antena mikrostrip untuk aplikasi Radar altimeter kemudian dibandingkan dengan hasil simulasinya dan dianalisis.



Gambar 1. Diagram Alir Desain Antena

2. Diagram Alir Pengujian Antena

Langkah awal yang harus dilakukan pada tahap ini adalah memilih bahan antena yaitu FR4-Epoxy dengan konstanta dielektrik relatif sebesar 4,4 dan menggunakan konektor SMA female dengan impedansi sebesar 50 Ohm. Langkah selanjutnya adalah mencetak antena, setelah itu tempel gambar ke PCB dan dilarut menggunakan larutan FeCl₃.

langkah selanjutnya pemasangan konektor SMA female dengan cara disolder. langkah selanjutnya adalah pengukuran antenna menggunakan RFVector Network Analyzer untuk mengetahui hasil karakteristik antenna mikrostrip (S11, bandwidth, gain).

3. Spesifikasi dan Perhitungan Dimensi Antena

Lapisan pada antenna mikrostrip dibuat dari strip logam yang berfungsi sebagai elemen peradiasi yang ditempelkan pada salah satu sisi suatu substrat dielektrik dengan permitivitas relatif 4,4 [4].

Antena mikrostrip yang ingin direalisasikan dalam penelitian ini mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Antena Mikrostrip

No	Parameter Antena	Nilai
1	Frekuensi kerja	2,4 GHz
2	VSWR	< 2
3	Impedansi terminal	50 Ω
4	Pola radiasi	Directive
5	Return loss	≤ -9,5 dB

5. Menentukan Dimensi Antena

a. Menghitung lebar patch

$$W = \frac{c}{2xf \sqrt{\frac{\epsilon_r+1}{2}}} \quad (1)$$

b. Menghitung konstanta dielektrik efektif

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left(1 + \frac{12h}{w}\right)^{-1/2} \quad (2)$$

c. Menghitung panjang efektif Patch

$$\Delta L = 0.412 h \left[\frac{(\epsilon_{eff}+0.3)}{(\epsilon_{eff}-0.258)} \right] \left(\frac{W/h+0.264}{h/W+0.8} \right) \quad (3)$$

d. Menghitung panjang Patch

$$L = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta l \quad (4)$$

e. Menghitung panjang groundplane

$$W_g = W + (12*h) \quad (5)$$

f. Menghitung lebar groundplane

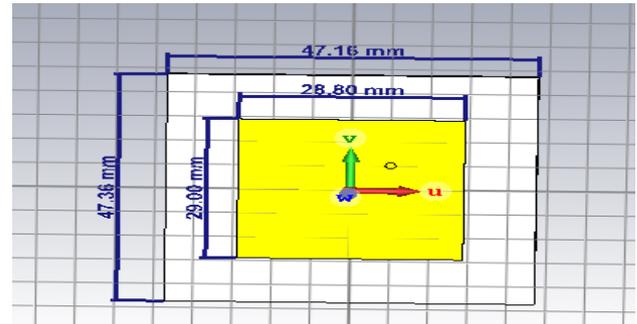
$$L_g = L + (12*h) \quad (5)$$

g. Menghitung lokasi probe X

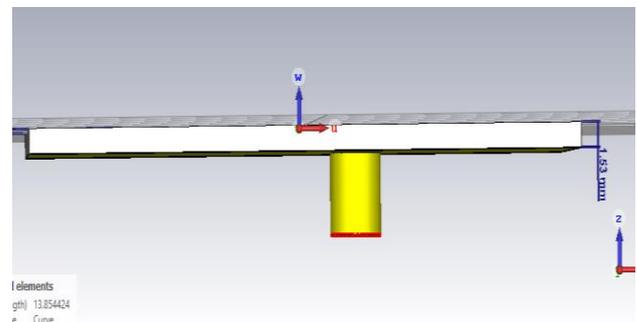
$$x_f = \frac{W}{2} \quad (6)$$

6. Desain Antena Mikrostrip

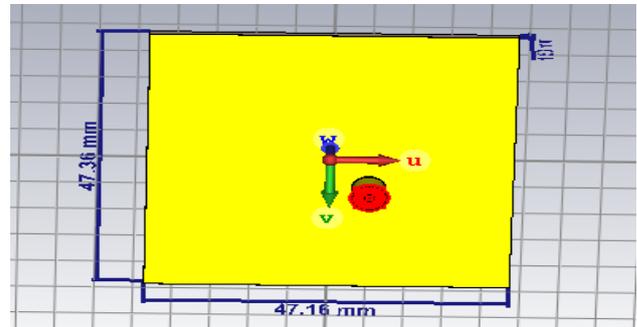
Desain antenna mikrostrip buat dengan berbagai macam bentuk dan menggunakan berbagai teknik pencatutan, sesuai kebutuhan[4].



Gambar 2. Antena Tampak Depan (Rancangan Awal)



Gambar 3. Antena Tampak Samping (Rancangan Awal)



Gambar 4. Antena Tampak Belakang (Rancangan Awal)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

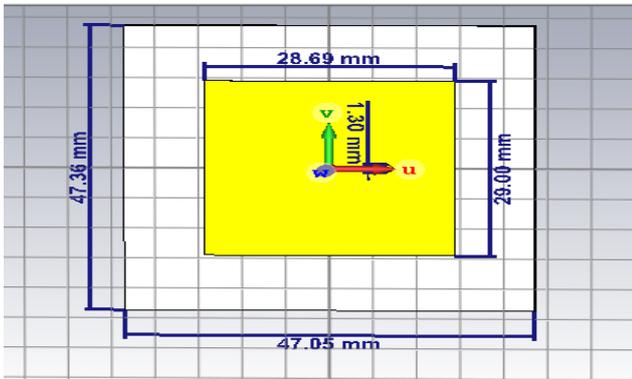
Tabel 2. Hasil dari perhitungan dimensi atena yang telah dilakukan.

Komponen	Simbol komponen	Dimensi
lebar patch	L	38 mm
Panjang patch	W	19 mm
Tebal substrate	H	1.6 mm
Frekuensi	F	2.4 GHz
Lebar substrate	Ls	47,05
Panjang substrate	Ws	47,36
Titik tengah port	X	4.12

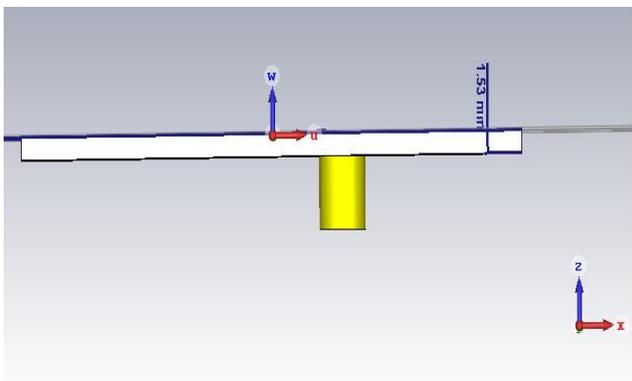
Antenna mikrostrip di desain berdasarkan perhitungan panjang (W) dan lebar (L) patch sebagaimana ditunjukkan pada tabel. 2 pada tabel tersebut terlihat bahwa antenna mikrostrip setiap

elemen pada antenna harus diperhitungkan agar didapatkan hasil yang bsesuai keinginan [7].

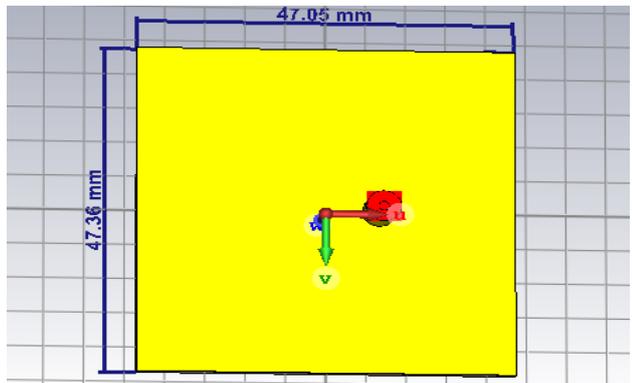
1. Hasil Desain Antena (Fabrikasi)



Gambar 5. Antena Tampak Depan (fabrikasi)



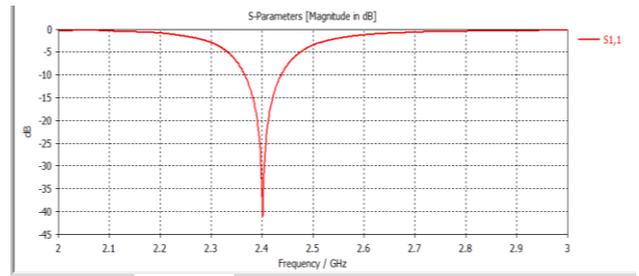
Gambar 6. antena tampak samping (fabrikasi)



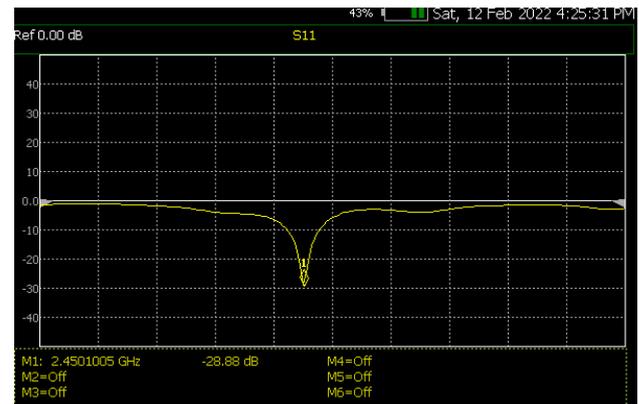
Gambar 7. Antena Tampak Belakang (fabrikasi)

2. Pengukuran Dan Analisis Prototipe Antena

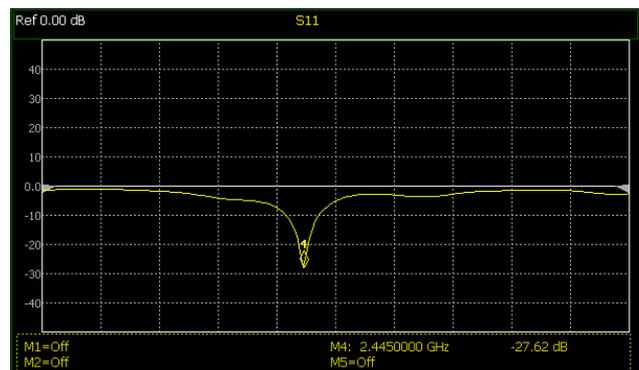
Pengukuran terhadap prototipe antena A dan B dilakukan setelah prototipe antena tersebut selesai dirancang dan dibuat dalam bentuk nyata. Tujuan dilakuan pengukuran ini adalah untuk mengetahui keberhasilan dari perancangan dan pembuatan prototipe antena mikrostrip untuk aplikasi sensor. Pada pengukuran ini meliputi pengukuran port tunggal (S11), Volt Standing Wave Ratio (VSWR)



Gambar 8. S11 (Simulasi)



Gambar 9. S11 Antena A(Pengukuran)



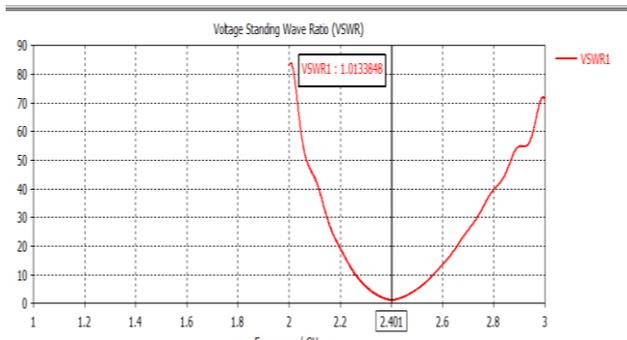
Gambar 10. S11 Antena B(Pengukuran)

Tabel 3. Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran	
		A	B
Frekuensi	2,401 GHz	2,45 GHz	2,445 GHz
Koefisien Refleksi (S11)	-43,54 dB	2,445 GHz	-27,62 dB

Gambar 8 merupakan gambar simulasi dari S11 Antena, sedangkan gambar 9, dan 10 merupakan hasil pengukuran dari S11 Antena. Antena yang telah berhasil pada simulasi akan dilakukan pengukuran agar diketahui seberapa besar keberhasilan dari antena yang telah dirancang. Berdasarkan gambar dan tabel diatas dapat diketahui bahwa hasil simulasi dan pengukuran S11 antena pada frekuensi 2,4 GHz nilai yang ditunjukkan tidak jauh berbeda, dengan

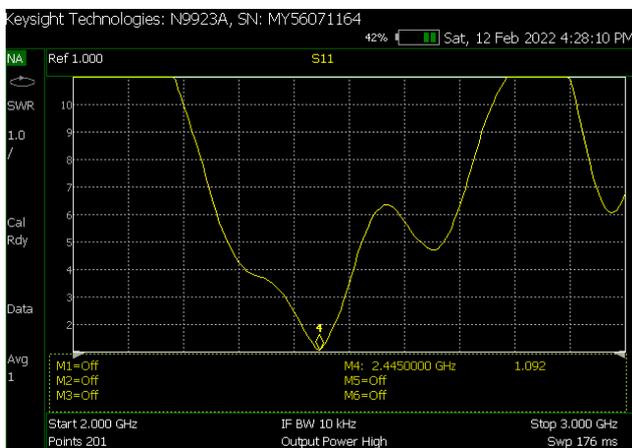
kata lain Antena sudah sesuai dengan spesifikasi yang dirancang.



Gambar 11. VSWR (Simulasi)



Gambar 12. VSWR Antena A (Pengukuran)



Gambar 13. VSWR Antena B (Pengukuran)

Tabel 4. Perbandingan hasil simulasi dan perbandingan

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran	
		A	B
Frekuensi	2,401 GHz	2,45 GHz	2,445 GHz
VSWR	1,013	1,083	1,092

Sama dengan simulasi S11, VSWR Antena juga dilakukan pengujian pada simulasi dan juga pengukuran. Berdasarkan gambar dan tabel diatas dapat diketahui bahwa hasil simulasi dan pengukuran

VSWR antena pada frekuensi 2,4 GHz nilai yang ditunjukkan dari hasil simulasi dan pengukuran hampir sama, dan bisa dikatakan Antena sudah sesuai dengan spesifikasi yang dirancang.

3. Hasil Pengujian Antena Mikrostrip

Tabel 5. Antena A

No	Berat Gula	S11	Phase°
1	0 Gram	-1,05	-175,5
2	1 gram	-3,82	176,6°
3	2 gram	-3,82	176,6°
4	3 gram	-3,77	176,4°
5	4 gram	-3,79	176,1°
6	5 gram	-3,77	176°
7	6 gram	-3,77	175,8°
8	7 gram	-3,78	175,9°
9	8 gram	-3,77	175,7°
10	9 gram	-3,8	175,7°
11	10 gram	-3,8	175,6°
12	12 gram	-3,84	177,7°
13	14 gram	-3,87	177,9°
14	16 gram	-3,88	1768,1°
15	18 gram	-3,91	178°
16	20 gram	-3,92	177,9°
17	22 gram	-3,93	177,8°
18	24 gram	-3,94	178°
19	26 gram	-3,95	178°
20	28 gram	-3,96	178°
21	30 gram	-3,98	177,9°

Pengukuran pada kadar larutan gula Antena A dengan menggunakan VNA. Larutan gula dibuat dengan memberikan air sebanyak 50 ml dengan berat gula yang di variasikan secara bertahap. Sehingga didapatkan hasil pengukuran pada S11 semakin pekat kadar gula yang terdapat di dalam larutan, maka nilai S11 akan semakin meningkat, sedangkan nilai pengukuran pada Phase tidak teratur.

Tabel 6. Antena B

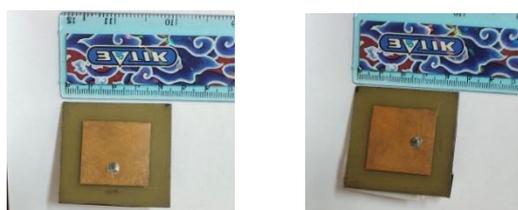
No	Berat Gula	S11	Phase°
1	0 Gram	-1,05	-175,5
2	1 gram	-4,43	-1,447
3	2 gram	-4,42	-145
4	3 gram	-4,38	-145,4
5	4 gram	-4,38	-145,6
6	5 gram	-4,37	-146
7	6 gram	-4,36	-146,5
8	7 gram	-4,38	-146,6

9	8 gram	-4,4	-146,8
10	9 gram	-4,41	-147,1
11	10 gram	-4,42	-147,1
12	12 gram	-4,43	-147,4
13	14 gram	-4,46	-147,7
14	16 gram	-4,47	-148
15	18 gram	-4,48	-148,2
16	20 gram	-4,51	-148,6
17	22 gram	-4,84	-147,6
18	24 gram	-4,82	-148,1
19	26 gram	-4,8	-148,1
20	28 gram	-4,81	-148,2
21	30 gram	-4,83	-148,2

Nilai pengukuran pada kadar larutan gula Antena B dengan menggunakan VNA. Larutan gula dibuat dengan memberikan air sebanyak 50 ml dengan berat gula yang di variasikan secara bertahap. Sehingga didapatkan hasil pengukuran pada S11 semakin pekat kadar gula yang terdapat di dalam larutan, maka nilai S11 akan semakin tidak teratur, sedangkan nilai pengukuran pada Phase konstan naik.



Gambar 14. Antena A



Gambar 15. Antena B

IV. KESIMPULAN

1. Berdasarkan desain dan simulasi yang telah dilaksanakan, antenna yang dibuat sudah berjalan dengan baik dan hasil yang didapatkan sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang.
2. Perbedaan hasil simulasi antenna sebesar -40 dB, sedangkan hasil realisasi antenna (A dan B) berdasarkan desain yang sama memiliki hasil yang berbeda yaitu antenna A sebesar -27,86 dB dan antenna B sebesar -26,18 Db.

3. Hasil pengujian A antenna untuk kadar larutan gula menggunakan RFVector Network Analyzer menunjukkan bahwa semakin meningkat kadar gula dalam air makan maka nilai S11 antenna konstan naik sedangkan pada phase menjadi tidak teratur.
4. Hasil pengujian A antenna untuk kadar larutan gula menggunakan RFVector Network Analyzer menunjukkan bahwa semakin meningkat kadar gula dalam air makan maka nilai S11 antenna tidak teratur sedangkan pada phase menjadi konstan naik.

V. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka yang harus diperhatikan dalam pembuatan antenna mikrostrip, yaitu:

1. Pemahaman terhadap CST Studio Suite 2019 masih kurang dan harus dipelajari lebih tekun lagi.
2. Masih banyak kekurangan dari antenna yang dibuat maka perlu dilakukan pengkajian lebih dalam dari antenna mikrostrip.
3. pemilihan bahan untuk pembuat antenna mikrostrip harus lebih diperhatikan sehingga hasil simulasi dengan hasil realisasi antenna sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Endrayana, D. H. . Wahyuni, N. Nachrowie, and I. Mujahidin, "Variasi Ground Plane Antena Collinear Pada Pemancar Televisi Analog Dengan Frekuensi UHF 442 MHz," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, 2019, doi:10.26905/jasiek.v1i2.3526.
- [2] I. Mujahidin, "A Compct 5.8 GHz CPW DoubleSquare Edge Antenna With BPF Stepped Impedance Resonator," *PRotek J. Ilm. Tek. Elektro*, 2020, doi: 10.33387/protk.v7i2.2026.
- [3] Rahayu, E.M, Pramono, Y.H., dan Rohedi, A.Y. (2009), "Fabrikasi dan Karakterisasi Antena mikrostrip Loop Co-Planar Waveguide dua Lapis Substrat untuk Komunikasi C-Band dan Ku-Band", *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, Vol.5, No.2.
- [4] S. Alam, L. Sari, I. Surjati, Y. K. Ningsih, A. Safitri, and E. Syukriati, "Enhancement bandwidth of parasitic microstrip antenna using multiple feed line," 2019 16th International Conference on Quality in Research (QIR): International Symposium on Electrical and Computer Engineering, Jul. 2019.

- [5] S. Zhong, G. Liu, "Improve Transmission Line Model for Input Impedance of Rectangular Microstrip Antennas with Multi-Dielectric Layers," IEEE, 1994, pp.492-495
- [6] Khairi Budayawanl , Maryam Isa\ Alyani Ismaill, Raja Syamsul Azmirl, "Implementation Model of Rectangular Microstrip Antenna with Multilayer Air Gap, IEEE International RF and Microwave Conference (RFM 2011).
- [7] Denny kurniadi, Khairi budayawan, "penerapan metode multi substrate untuk meningkatkan peforma antena mirostrip dengan menggunakan CST microwave studio"" Jurnal teknologi infoemasi dan pendidikan issn : 2086-4981 vol.5 no.2 september 2012.
- [8] <https://arexas.com/layanan-arexaindonesia/non-destructive-test-ndt/>