
Jurnal *Rekayasa Elektrika*

VOLUME 13 NOMOR 2

AGUSTUS 2017

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Meander-Line 915 MHz untuk Optimalisasi Jarak Pengiriman Data Alat Ukur pH Meter Sistem Telemetry 94-102

Widya Cahyadi dan Ardiansyah

JRE	Vol. 13	No. 2	Hal 65-118	Banda Aceh, Agustus 2017	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	------------	-----------------------------	--------------------------------------

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Meander-Line 915 MHz untuk Optimasi Jarak Pengiriman Data Alat Ukur pH Meter Sistem Telemetry

Widya Cahyadi dan Ardiansyah
Universitas Jember
Jl. Kalimantan No. 37, Jember 68121
e-mail: cahyadi@unej.ac.id

Abstrak—Dalam beberapa tahun belakangan ini penggunaan teknologi nirkabel sangat berkembang pesat. Tidak terbatas pada penggunaan telepon seluler saja namun juga perangkat-perangkat nirkabel lainnya yang menggunakan media udara sebagai saluran transmisi informasinya. Antena merupakan komponen yang sangat penting pada perangkat nirkabel karena fungsinya, yaitu mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik dan sebaliknya pada pentransmisiannya di udara. Salah satu teknologi yang dapat mengatasi hal ini adalah penggunaan antena mikrostrip. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk difabrikasi sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil dibandingkan dengan antena jenis lain, karena sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini, sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil. Pada penelitian ini akan dibahas tentang perancangan dan realisasi antena mikrostrip meander-line dengan frekuensi kerja 915 MHz untuk diintegrasikan pada sebuah alat ukur telemetry pH meter air. Pengintegrasian antena mikrostrip meander-line pada alat ukur pH meter mampu mengirimkan data pH pada kondisi tanpa halangan dengan jarak maksimal 210 meter dan pada kondisi terhalang sebuah gedung mampu mengirimkan data pH dengan jarak maksimal 110 meter.

Kata kunci: *antena mikrostrip, meander-line, pH meter, telemetry kit*

Abstract—In recent years the use of wireless technology is growing rapidly. Not only limited to the use of cell phones but also other wireless devices that use the air media as the information transmission line. The antenna is a very important component in wireless devices because its function is to convert electrical signals into electromagnetic signals and vice versa on transmitting the information in the air. One of the technologies that can overcome this is the use of microstrip antennas. The microstrip antenna is a lightweight, easy to fabricate so that can be placed on almost any type of surface and small size compared to other types of antennas. Because of its properties, microstrip antennas are highly suited to current needs. This antenna can be integrated with other telecommunications equipment in small size. This paper describes the design and realization of microstrip meander-line antenna at working frequency 915 MHz to be integrated on a telemetry measuring device pH meter water. The integration of the meander-line microstrip antenna on the pH meter measurements is capable of transmitting pH data at unobstructed conditions with a maximum distance of 210 meters, and in a blocked condition, a building is capable of transmitting pH data with a maximum distance of 110 meters.

Keywords: *microstrip antenna, meander-line, pH meter, telemetry kit*

Copyright © 2017 Jurnal Rekayasa Elektroika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun belakangan ini penggunaan teknologi nirkabel sangat berkembang pesat. Tidak terbatas pada penggunaan telepon seluler saja namun juga perangkat-perangkat nirkabel lainnya yang menggunakan media udara sebagai saluran transmisi informasinya. Antena merupakan komponen yang sangat penting pada perangkat nirkabel karena fungsinya yaitu mengubah sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik maupun sebaliknya pada pentransmisiannya di udara. Hal ini mengharuskan perangkat nirkabel tersebut mempunyai

antena dengan penggunaan daya yang efisien mengingat perangkat-perangkat nirkabel saat ini merupakan perangkat yang bisa bergerak bebas.

Salah satu teknologi yang dapat mengatasi hal ini adalah penggunaan antena mikrostrip. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa ringan, mudah untuk difabrikasi, dan ukurannya kecil. Kelebihan ini membuat antena mikrostrip dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan. Dikarenakan sifat yang dimilikinya, antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini, sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil.

Namun antena mikrostrip juga memiliki kekurangan, diantaranya *gain* rendah, *bandwidth* rendah, dan efisiensi yang rendah [1].

Untuk berbagai macam komunikasi nirkabel, aplikasi-aplikasi seperti Radio Frekuensi *Identification*, *headset bluetooth*, *USB Dongle*, telepon genggam dll, antena mikrostrip *meander-line* adalah solusi optimal untuk jenis implementasi tersebut. Pada dasarnya antena mikrostrip *meander-line* merupakan lipatan konduktor bolak-balik untuk membuat panjang keseluruhan antena menjadi lebih pendek dari panjang konduktor aslinya jika diluruskan [2].

Pada penelitian ini akan dibahas tentang perancangan dan realisasi antena mikrostrip *meander-line* dengan frekuensi kerja 915 MHz untuk diintegrasikan pada sebuah alat ukur telemetri pH meter. Pengintegrasian antena mikrostrip meander line pada alat ukur pH meter diharapkan agar alat tersebut dapat bekerja secara optimal baik dalam jarak maupun pengiriman data.

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca dalam merancang dan mengimplementasikan antena mikrostrip dengan frekuensi kerja 915 MHz secara langsung sebagai media pengiriman data pada sebuah alat ukur pH meter. Selain itu juga pembaca dapat mengetahui apa saja kelebihan dan kekurangan dari antena mikrostrip *meander-line*.

II. STUDI PUSTAKA

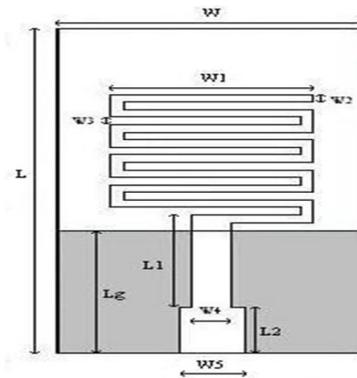
Pada bab tinjauan pustaka ini, diuraikan tentang teori yang menjelaskan tentang Antena Mikrostrip *Meander-line*, serta faktor-faktor pendukungnya. Beberapa teori yang ada di dalam subbab telah dibatasi agar pembahasan tidak terlalu melebar dan supaya terfokus pada teori yang dibutuhkan untuk penyelesaian permasalahan pada penelitian ini.

A. Antena

Antena adalah salah satu komponen yang mempunyai peranan sangat penting dalam sistem komunikasi. Fungsi antena adalah untuk mengubah gelombang elektromagnetik menjadi listrik atau sebaliknya. Jenis antena bermacam-macam tergantung dari fungsi dan aplikasinya. Salah satu antena yang cocok dipakai untuk aplikasi perangkat kecil adalah antena mikrostrip yang mempunyai sifat *low profile*. Meskipun termasuk dalam antena dengan *gain* rendah, keberadaannya sangat cocok untuk digunakan pada perangkat-perangkat yang berdimensi kecil. Aplikasi perangkat ini banyak dipakai pada komunikasi seluler hingga satelit nano [3].

B. Antena mikrostrip

Antena mikrostrip mendapat perhatian yang cukup besar pada tahun 1970-an meskipun ide dasar pembuatannya pada tahun 1953 dan mendapatkan hak paten tahun 1955. Antena mikrostrip merupakan antena kecil berbentuk lempengan yang dapat dibuat dari plat PCB. PCB dapat



Gambar 1. Mikrostrip Meander-line

dengan mudah kita temukan pada elektronika berfrekuensi rendah, yaitu berupa lajur-lajur pipih yang terletak di atas substrat.

C. Antena mikrostrip meander-line

Antena *meander-line* adalah antena dengan elektrik kecil (Gambar 1). Desain antena mikrostrip *meander-line* adalah seperangkat garis horisontal dan vertikal. Kombinasi garis horisontal dan vertikal membentuk antena secara bergantian. Jumlah belitan meningkatkan efisiensi dan jarak likuan berpengaruh pada frekuensi resonansi. Polarisasi antena tergantung pada radiasi dari tikungan. Jarak antara dua tikungan sangat vital, di mana jika tikungan terlalu dekat satu sama lain, maka kopling silang akan lebih, yang mempengaruhi polarisasi kemurnian pola radiasi yang dihasilkan. Sebuah antena garis berliku menyusut panjang aliran listrik pada antena monopole atau antena dipol dengan melipat panjangnya antena untuk menciptakan struktur dengan beberapa pergantian. Metode ini memiliki kelebihan yaitu ketika antena yang beroperasi pada frekuensi rendah ukuran antena akan dikurangi secara signifikan. Ukuran antena bahkan akan semakin kecil karena penggunaan substrat dielektrik yang tepat. Antena garis berliku yang dicetak biasanya memiliki efisiensi radiasi yang baik dan dekat dengan pola radiasi *Omni-directional* [4].

III. METODE

A. Dimensi Antena Mikrostrip Meander-line

Untuk menentukan dimensi antena mikrostrip, terlebih dahulu harus diketahui parameter bahan yang digunakan untuk perancangan antena mikrostrip tersebut yaitu tebal substrat (h), konstanta dielektrik (ϵ_r), serta parameter lain yang terdapat pada bahan yang digunakan. Dalam proses penentuan dimensi antena mikrostrip *meander-line*, dapat dihitung dengan persamaan-persamaan sebagai berikut [2]. Untuk menentukan ketinggian substrat dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$h_s \leq \frac{0.3 c}{2\pi f \sqrt{\epsilon_r}}, \quad (1)$$

dimana,

h_s = ketinggian substrat

f = frekuensi (GHz)

c = kecepatan cahaya (m/s)

ϵ_r = konstanta dielektrik substrat.

Lebar *patch* dapat ditentukan melalui persamaan:

$$w_p = \frac{c}{f} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \tag{2}$$

Panjang *patch* dapat dihitung dengan persamaan:

$$L = \frac{c}{2f\sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta L, \tag{3}$$

Dimana ϵ_{eff} adalah *effective permittivity* yang didapat dari

$$\epsilon_{eff} = \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2}\right) + \left(\frac{\epsilon_r - 1}{2}\right) \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{w_p}}}\right) \tag{4}$$

Panjang fisik antenna dapat dihitung dengan persamaan:

$$\Delta L = h_s \left[\frac{0.412h_s (\epsilon_{eff} + 0.3) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0.264\right)}{(\epsilon_{eff} - 0.258) \left(\frac{w_p}{h_s} + 0.8\right)} \right] \tag{5}$$

Panjang subtract dapat dihitung dengan persamaan:

$$L_s = L_p + 6h_s \tag{6}$$

Lebar substrat dapat ditentukan dengan persamaan:

$$w_s = w_p + 6h_s \tag{7}$$

B. Pemilihan Jenis Substrat

Substrat merupakan bahan dielektrik yang memiliki nilai konstanta dielektrik relatif, dielektrik *loss tangent* dan ketebalan tertentu. Ketiga nilai tersebut mempengaruhi

Tabel 1. Spesifikasi substrat

Jenis bahan	FR4-Epoxy (mm)
Konstanta dielektrik relatif (ϵ_r)	4,4
Dielektrik loss tangent ($\tan \delta$)	0,02
Ketebalan (h)	1,6

Tabel 2. Spesifikasi antenna

No	Parameter	Nilai
1	Frekuensi Kerja	915 MHz
2	Return Loss	< -10 dB
3	VSWR	< 2 dB
4	Gain	> 2 dB

frekuensi kerja, bandwidth, dan juga efisiensi antenna yang akan dibuat. Semakin kecil konstanta dielektrik, maka ukuran elemen peradiasi dan saluran pencatu antenna mikrostrip yang dibutuhkan akan semakin luas, karena ukuran elemen peradiasi dan saluran mikrostrip berbanding terbalik dengan konstanta dielektrik suatu bahan. Ketebalan substrat jauh lebih besar dari pada ketebalan konduktor metal peradiasi (Tabel 1).

C. Spesifikasi antenna

Parameter-parameter antenna yang ingin dicapai dalam perancangan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

D. Teknik Pencatuan Grounded Coplanarwaveguide (GCPW)

Dari beberapa macam saluran pencatu yang sering digunakan pada antenna mikrostrip, salah satunya adalah *coplanar waveguide* (CPW). Keuntungan dengan menggunakan CPW ini adalah bahwa karakteristik impedansinya dapat dikontrol dengan mengkombinasikan *line width* dan *gap width* dari saluran CPW tersebut [5].

Pencatuan yang digunakan pada antenna yang dirancang pada penelitian ini menggunakan teknik pencatuan *Grounded Coplanar Waveguide* (GCPW). Dalam perancangan pencatu antenna mikrostrip perlu impedansi masukan 50 Ohm dan tebal dari bahan substrat 1,6 mm.

E. Perancangan Antena

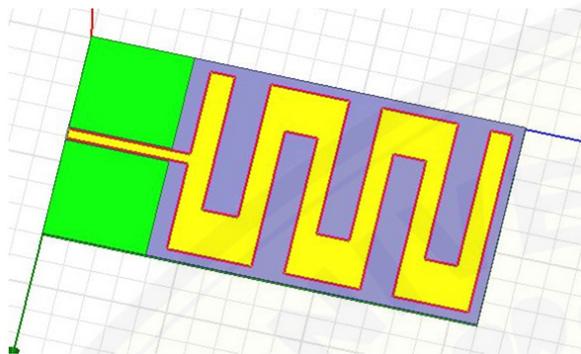
Perancangan antenna dilakukan dengan mengubah dimensi substrat dan dimensi pencatu antenna sehingga didapatkan hasil yang mendekati dengan spesifikasi antenna yang dibutuhkan yaitu dimensi substrat dengan panjang 160 mm, lebar 80 mm (Tabel 3). Sedangkan untuk dimensi pencatu didapat panjang 4481 mm, lebar 4,75 mm, dan gap 0,2 mm. Dari dimensi tersebut didapatkan frekuensi tengah berada pada 919 Mhz dengan nilai *return loss* sebesar -38dB.

Tabel 3. Iterasi dimensi antenna

Dimensi Substrat		Dimensi Pencatu			Freq (Mhz)	Return Loss	VSWR
L (mm)	W (mm)	L (mm)	W (mm)	Gap (mm)			
180	90	44,74	3,05	0,5	600	-10,605	1,836
180	80	47,85	2,56	0,3	730	-12,758	4,071
160	80	47,85	2,16	0,5	670	-11,801	1,691
160	80	47,85	2,56	0,3	860	-8,085	5,838
200	80	47,85	3,36	0,3	650	-12,404	4,247
160	80	44,81	4,86	1	690	-14,196	1,484
160	80	44,81	4,86	0,1	923	-22,497	1,305
160	80	44,81	4,75	0,2	919	-38,66	1,023
160	80	44,81	4,75	0,3	890	-33,128	0,383
160	80	44,81	4,86	0,7	827	-21,67	1,436

Tabel 4. Dimensi perancangan antenna

Dimensi	Ukuran (mm)
Panjang substrat (Ls)	160
Lebar substrat (Ws)	80
Panjang feed	44,81
Lebar feed	4,75
Gap feed	0,2
Frekuensi (MHz)	919



Gambar 2. Diagram skematik pengendali PID

Dari iterasi yang telah dilakukan didapat dimensi antenna yang mendekati frekuensi kerja 915 MHz seperti pada Tabel 4.

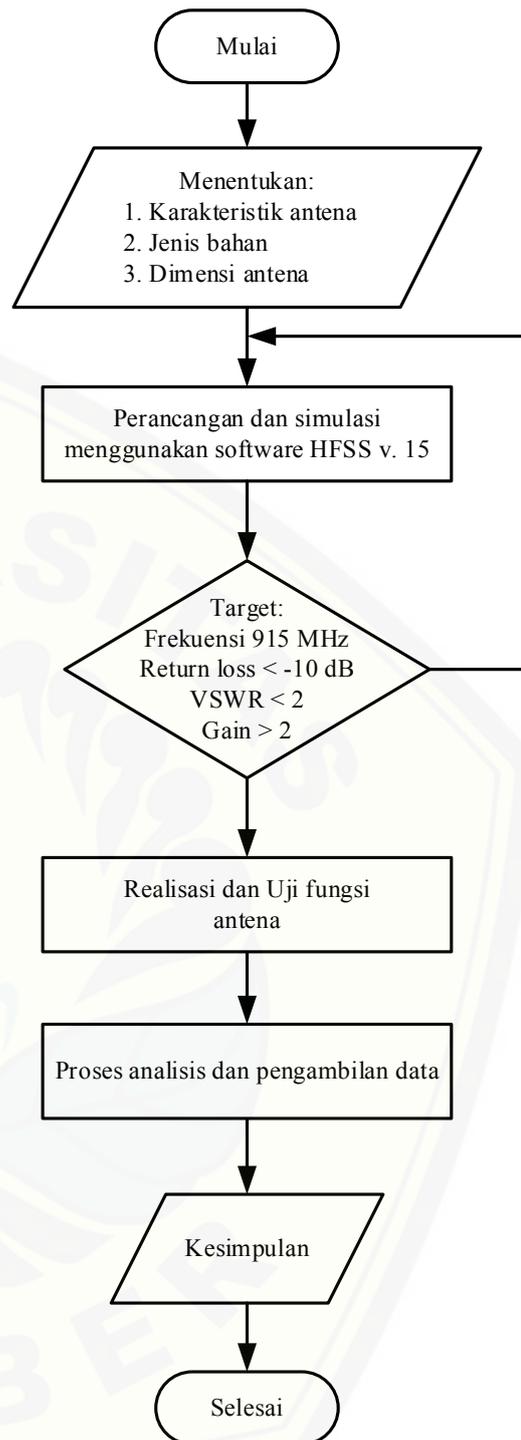
Perancangan antenna mikrostrip *meander-line* secara simulasi dibuat menggunakan *software* HFSS untuk mengetahui karakteristik antenna yang akan dibuat. Gambar 2 merupakan hasil perancangan antenna secara simulasi.

F. Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 3. Pada tahap awal penelitian ditentukan karakteristik antenna yang akan dibuat seperti menentukan metode yang digunakan untuk membuat antenna, parameter-parameter yang digunakan untuk mengetahui kelayakan antenna yang dibuat yakni frekuensi kerja 915 MHz, $VSWR < 2$, $return\ loss < -10\ dB$, $gain > 2\ dB$, serta pola radiasi *omni-directional*.

Selanjutnya adalah menentukan jenis bahan yang akan dipakai dalam pembuatan antenna, hal ini sangat penting karena pada bahan yang digunakan dalam pembuatan antenna terdapat karakteristik dan konstanta yang akan digunakan untuk menghitung dimensi dari antenna. Dalam menentukan jenis bahan yang akan digunakan juga harus dipertimbangkan harga dan ketersediaannya di pasaran. Pada pembuatan antenna *meander-line* ini bahan yang digunakan adalah PCB FR-4 *epoxy* dengan spesifikasi konstanta dielektrik sebesar 4.4, dielektrik *loss tangent* sebesar 0,02, dan ketebalan substrat sebesar 1,6 mm.

Setelah menentukan jenis bahan, langkah selanjutnya adalah menentukan dimensi antenna, tahap ini merupakan tahap yang sangat penting karena pada tahap simulasi nanti dimensi antenna sangat berpengaruh pada parameter-



Gambar 3. Diagram alir penelitian

parameter antenna, maka dari itu menentukan dimensi antenna harus dilakukan secara teliti menggunakan perhitungan-perhitungan dan konstanta-konstanta yang sudah ada.

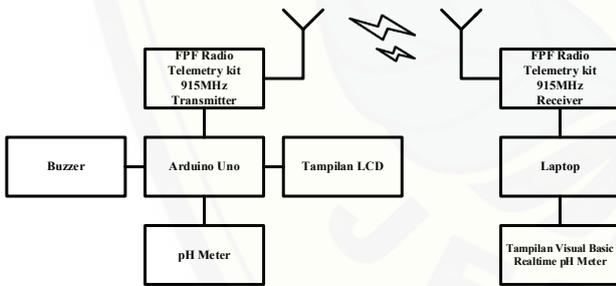
Tahap berikutnya adalah merancang dan simulasi pembuatan antenna menggunakan *software* HFSS v.15 yang mengacu pada hasil dari tahap sebelumnya yakni penentuan dimensi antenna. Jika antenna sudah selesai dibuat maka dilakukan pengujian secara simulasi. Pada tahap pengujian antenna secara simulasi ini dapat diketahui

kelayakan antenna yang telah dibuat apakah sudah memenuhi parameter-parameter yang diinginkan atau belum, jika belum memenuhi parameter-parameter yang diinginkan maka akan kembali ke tahap simulasi perancangan, namun jika antenna sudah memenuhi parameter-parameter yakni frekuensi kerja 915 MHz, $VSWR < 2$, $return\ loss > -10$ dB, $gain > 2$ dB, serta pola radiasi *omni-directional* maka akan dilakukan tahap berikutnya yaitu realisasi dan uji fungsi antenna.

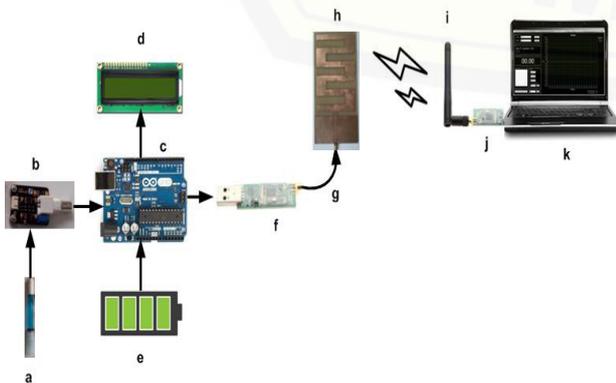
G. Blok Diagram Sistem

Prinsip kerja pengiriman data dengan menggunakan antenna mikrostrip ini dari alat ukur pH meter air kolam dan akan ditransmisikan melalui gelombang radio pada frekuensi 915 MHz yang akan diterima oleh antenna *receiver* yang telah terpasang pada sebuah laptop. Transmisi data yang digunakan dengan menggunakan antenna ini diharapkan dapat menjangkau jarak yang maksimal dan dengan dimensi antenna yang lebih kecil. Monitoring data dari alat ukur pH meter air ini menggunakan laptop dengan program *visual basic* yang telah terprogram untuk menampilkan *logger* data pH meter tersebut secara *realtime*. Blok diagram sistem pengintegrasian antenna seperti pada Gambar 4.

Pada gambar blok diagram (Gambar 4) dijelaskan bagian-bagian dari komponen alat ukur pH air yang tersusun menjadi satu sistem. Konfigurasi pengintegrasian antenna mikrostrip *meander-line* 915 MHz sebagai antenna *transmitter* pada alat ukur pH meter pada saat pengambilan data pH air yang ditransmisikan pada laptop tampak seperti Gambar 5:



Gambar 4. Blok diagram sistem



Gambar 5. Konfigurasi alat ukur pH meter

Keterangan gambar:

- a. Sensor pH
- b. Analog pH meter *kit*
- c. Mikrokontroler Arduino Uno
- d. LCD *display*
- e. Baterai
- f. Modul FPV Radio *telemetry kit* 915 MHz *transmitter*
- g. Adapter *sma cable male-to-male*
- h. Antena mikrostrip *meander-line* sebagai antenna Tx
- i. Antena *monopole* sebagai antenna Rx
- j. Modul FPV Radio *telemetry kit* 915MHz *receiver*
- k. Laptop

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

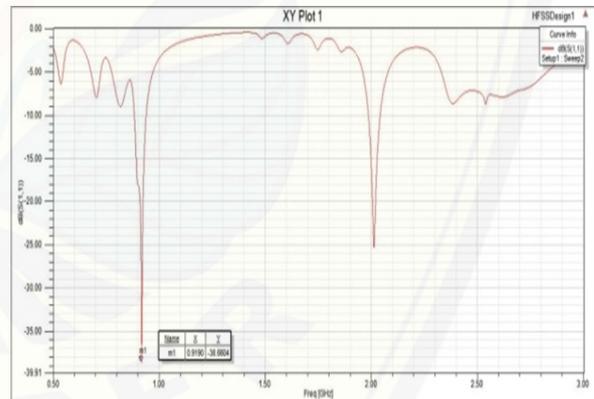
A. Pengujian Antena Secara Simulasi

1. Pengujian Return loss

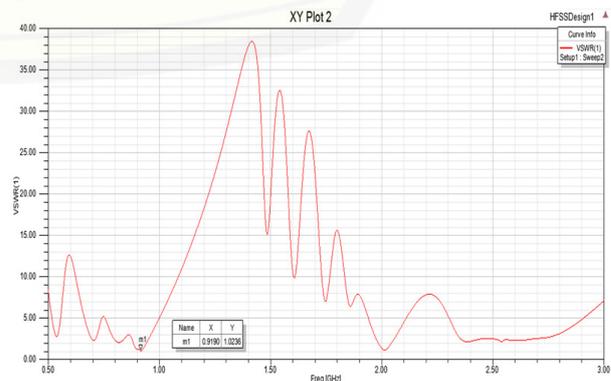
Dari hasil perancangan antenna mikrostrip *Meander-line* didapatkan frekuensi tengah berada pada frekuensi 919 MHz dengan nilai *Return loss* sebesar -38,6604 dB Berdasarkan nilai tersebut antenna hasil perancangan telah memenuhi standar kelayakan antenna dengan standar minimum nilai *return loss* <-10 dB seperti pada Gambar 6.

2. Pengujian VSWR

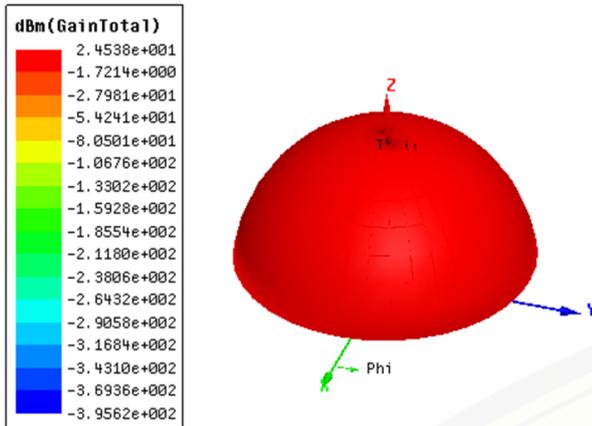
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh nilai VSWR sebesar 1,0236 pada frekuensi 919 MHz.



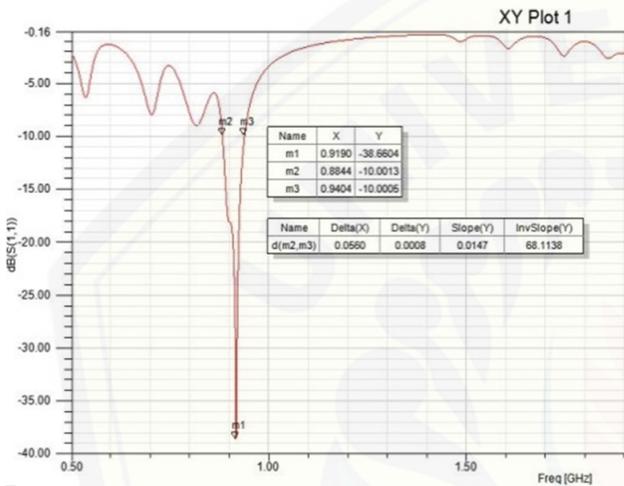
Gambar 6. Hasil pengujian *return loss*



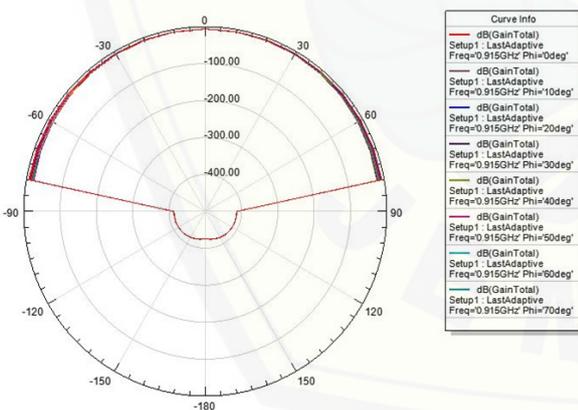
Gambar 7. Hasil pengujian VSWR



Gambar 8. Hasil Pengujian gain



Gambar 9. Besar bandwidth



Gambar 10. Hasil pengujian pola radiasi

Hasil pengujian diperlihatkan seperti pada Gambar 7.

3. Pengujian Gain

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan *gain* sebesar 2.4538 dBm pada Gambar 8.

4. Pengujian Bandwidth

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan *bandwidth* sebesar 0,056 Ghz atau 56 MHz seperti diperlihatkan pada Gambar 9.

5. Pengujian pola radiasi



Gambar 11. Antena Mikrostrip meander-line tampak depan



Gambar 12. Antena Mikrostrip meander-line tampak belakang

Dari hasil pengujian pola radiasi yang telah dilakukan didapatkan pola seperti Gambar 10.

B. Fabrikasi Antena Mikrostrip Meander-Line

Setelah melakukan perancangan antena dan pengujian menggunakan *software* HFSS dan didapatkan parameter-parameter sesuai dengan standar kelayakan antena, langkah selanjutnya adalah proses fabrikasi antena hasil perancangan menggunakan jenis substrat PCB FR-4 epoxy dengan dimensi 160x80x1,6 mm seperti pada Gambar 11 dan 12.

C. Analisa dan Pengukuran

1. Pengukuran Return loss

Pengukuran parameter *return loss* antena mikrostrip meander-line pada alat ukur *Vector Network Analyzer* (VNA) menghasilkan nilai-nilai seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa nilai *return loss* optimal berada pada frekuensi 914 MHz sebesar -26,299 dB. Berikut Grafik *return loss* yang dihasilkan *Vector Network Analyzer* (VNA) tampak pada Gambar 13.

2. Pengujian VSWR

Pengukuran parameter VSWR antena mikrostrip meander-line pada alat ukur *Vector Network Analyzer* (VNA) menghasilkan nilai-nilai seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Pada Tabel 6 dapat ketahui bahwa nilai VSWR pada frekuensi 914 MHz adalah 1.106. Berikut Grafik VSWR yang dihasilkan *Vector Network Analyzer* (VNA) seperti tampak pada Gambar 14.

3. Pengukuran Gain

Pada pengukuran *gain* antena mikrostrip meander-line diukur menggunakan antena referensi. Antena referensi yang dipakai ialah antena *dipole* merek SCHWERBECK UHA 9105. Dari pengukuran yang telah dilakukan diperoleh nilai-nilai seperti pada Tabel 7.

Sehingga, $G_t = P_t - P_s + G_s$

Tabel 5. Nilai return loss hasil VNA

Frekuensi (Mhz)	Return loss (dB)
800	-8,965
828	-9,367
857	-6,783
885	-25,639
914	-26,299
942	-7,422
971	-7,626
1.000	-5,379
1.028	-6,493
1.057	-4,733
1.085	-5,526
1.114	-4,715
1.142	-4,595
1.171	-5,018
1.199	-4,010

Tabel 6. Nilai VSWR hasil VNA

Frekuensi	VSWR
800	2,118
828	2,042
857	2,697
885	1,118
914	1,106
942	2,493
971	2,428
1,000	3,345
1,028	2,809
1,057	3,773
1,085	3,268
1,114	3,785
1,142	3,897
1,171	3,571
1,199	4,442

$$= -55,4 - (-39,95) + 0,43$$

$$= -20,02 \text{ dBi}$$

Maka besar *gain* antenna mikrostrip *meander-line* adalah -20,02 dBi. Antena mikrostrip *meander-line* diposisikan sebagai antenna penerima saat pengukuran diruang *chamber*.

4. Pengukuran *Bandwidth*

Untuk mencari parameter *bandwidth* antenna mikrostrip *meander-line* akan mengacu pada nilai *return loss* yang dihasilkan VNA kemudian diplot dalam bentuk grafik menggunakan program MATLAB. Dari grafik yang didapatkan nilai *return loss* yang paling optimum berada pada frekuensi 914 MHz sebesar -26,3 dB. Rentang frekuensi yang memiliki nilai *return loss* dibawah -10 dB berkisar antara frekuensi 861.8 MHz sampai 938,2 MHz. Maka besar *bandwidth* antenna dapat dihitung dengan Persamaan berikut:



Gambar 13. Grafik tegangan keluaran P-D dari mikrokontroler



Gambar 14. Grafik VSWR pada VNA

Tabel 7. Hasil pengukuran gain

<i>Pt</i>	<i>Ps</i>	<i>Gs</i>
-55,4	-39,95	0,43

$$Bandwidth = \frac{f_h - f_l}{f_c} \times 100\%$$

$$= \frac{938,2 - 861,8}{914} \times 100\%$$

$$= 8.359 \%$$

Maka besar *bandwidth* antenna adalah 76.4 MHz.

5. Pengukuran Pola Radiasi

Pengukuran pola radiasi antenna mikrostrip *meander-line* 915 MHz dilakukan pada sudut 0-360 derajat. Maka didapatkan data hasil pengukuran serta normalisasi selengkapny pada Tabel 8.

Dari data tabel pengukuran pola radiasi dapat digambarkan pola radiasi antenna mikrostrip *meander-line* menggunakan *microsoft excel* seperti pada Gambar 15.

Dari hasil perancangan dan pengujian antenna

Tabel 8. Pengukuran pola radiasi

Sudut tangkap antena (derajat)	Daya yang dihasilkan (dbm)		Normalisasi	
	Bid, H	Bid, E	Bid, H	Bid, E
0	-55,40	-51,30	-14,53	-2,25
10	-58,48	-53,76	-17,61	-4,71
20	-53,62	-50,59	-12,75	-1,54
30	-49,76	-53,20	-8,89	-4,15
40	-47,52	-54,01	-6,65	-4,96
50	-45,21	-51,94	-4,34	-2,89
60	-43,76	-52,36	-2,89	-3,31
70	-42,20	-52,23	-1,33	-3,18
80	-41,14	-54,24	-0,27	-5,19
90	-41,11	-55,25	-0,24	-6,2
100	-40,87	-54,77	0	-5,72
110	-43,13	-57,84	-2,26	-8,79
120	-44,71	-53,83	-3,84	-4,78
130	-45,40	-53,10	-4,53	-4,05
140	-47,78	-50,87	-6,91	-1,82
150	-52,27	-49,29	-11,4	-0,24
160	-57,55	-48,09	-16,68	0,96
170	-56,91	-49,88	-16,04	-0,83
180	-51,50	-49,89	-10,63	-0,84
190	-55,83	-49,70	-14,96	-0,65
200	-55,90	-49,05	-15,03	0
210	-55,23	-50,09	-14,36	-1,04
220	-52,33	-50,20	-11,46	-1,15
230	-48,67	-51,64	-7,8	-2,59
240	-46,52	-52,02	-5,65	-2,97
250	-44,39	-52,84	-3,52	-3,79
260	-43,20	-54,02	-2,33	-4,97
270	-43,05	-54,91	-2,18	-5,86
280	-43,14	-54,83	-2,27	-5,78
290	-41,10	-55,66	-0,23	-6,61
300	-43,55	-60,66	-2,68	-11,61
310	-45,41	-58,13	-4,54	-9,08
320	-47,21	-53,50	-6,34	-4,45
330	-48,33	-51,83	-7,46	-2,78
340	-49,16	-52,45	-8,29	-3,4
350	-50,48	-52,77	-9,61	-3,72
360	-55,04	-51,30	-14,17	-2,25

Tabel 9. Spesifikasi antena mikrostrip meander-line

Parameter	Simulasi	Fabrikasi	Selisih
Frequency	919 MHz	914 MHz	4 MHz
Return Loss	-38,6604 dB	-26,299 dB	-6,3614 dB
VSWR	1,0236	1,106	0,0824
Bandwidth	56 MHz	76,4 MHz	20,4 MHz
Gain	2,4538 dBm	-20,02 dBi	-

Tabel 10. Pengujian tanpa halangan

No	Jarak (m)	Hasil Pengujian		Data Terkirim	Data Diterima	Packet Loss %
		Terkirim	Tidak Terkirim			
1,	5	✓	-	7,07	707	0 %
2	10	✓	-	7,07	707	0 %
3	15	✓	-	7,03	703	0 %
4	20	✓	-	7,07	707	0 %
5	25	✓	-	7,03	703	0 %
6	30	✓	-	6,90	690	0 %
7	35	✓	-	7,07	707	0 %
8	40	✓	-	6,98	698	0 %
9	45	✓	-	6,98	698	0 %
10	50	✓	-	6,97	697	0 %
11	55	✓	-	6,98	698	0 %
12	60	✓	-	6,98	698	0 %
13	65	✓	-	6,98	698	0 %
14	70	✓	-	6,98	698	0 %
15	75	✓	-	6,98	698	0 %
16	80	✓	-	6,98	698	0 %
17	85	✓	-	6,98	698	0 %
18	90	✓	-	6,98	698	0 %
19	95	✓	-	6,92	692	0 %
20	100	✓	-	6,98	698	0 %
21	105	✓	-	6,98	698	0 %
22	110	✓	-	6,98	698	0 %
23	115	✓	-	6,98	698	0 %
24	120	✓	-	6,97	697	0 %
25	125	✓	-	6,98	698	0 %
26	130	✓	-	6,98	698	0 %
27	135	✓	-	7,07	707	0 %
28	140	✓	-	6,98	698	0 %
29	145	✓	-	6,98	698	0 %
30	150	✓	-	6,98	698	0 %
31	155	✓	-	6,98	698	0 %
32	160	✓	-	7,00	700	0 %
33	165	✓	-	6,98	698	0 %
34	170	✓	-	6,98	698	0 %
35	175	✓	-	6,98	698	0 %
36	180	✓	-	6,98	698	0 %
37	185	✓	-	6,98	698	0 %
38	190	✓	-	6,98	698	0 %
39	195	✓	-	6,98	698	0 %
40	200	✓	-	6,98	698	0 %
41	205	✓	-	6,98	698	0 %
42	210	✓	-	6,98	698	0 %
43	215	-	✓	6,98	-	100 %
44	220	-	✓	6,98	-	100 %

Tabel 11. Pengujian halangan

No	Jarak (m)	Hasil Pengujian		Data Terkirim	Data tidak Terkirim	Packet Loss
		Terkirim	Tidak Terkirim			
1	5	✓	-	6,63	663	0 %
2	10	✓	-	6,63	663	0 %
3	15	✓	-	6,63	663	0 %
4	20	✓	-	6,65	665	0 %
5	25	✓	-	6,65	665	0 %
6	30	✓	-	6,63	663	0 %
7	35	✓	-	6,65	665	0 %
8	40	✓	-	6,65	665	0 %
9	45	✓	-	6,63	663	0 %
10	50	✓	-	6,65	665	0 %
11	55	✓	-	6,65	665	0 %
12	60	✓	-	6,63	663	0 %
13	65	✓	-	6,65	665	0 %
14	70	✓	-	6,65	665	0 %
15	75	✓	-	6,65	665	0 %
16	80	✓	-	6,66	666	0 %
17	85	✓	-	6,66	666	0 %
18	90	✓	-	6,66	666	0 %
19	95	✓	-	6,63	663	0 %
20	100	✓	-	6,63	663	0 %
21	105	✓	-	6,65	665	0 %
22	110	✓	-	6,66	666	0 %
23	115	-	✓	6,66	-	100 %
24	120	-	✓	6,66	-	100 %

mikrostrip *meander-line* yang telah dilakukan didapatkan perbandingan parameter antenna hasil simulasi dengan parameter antenna hasil fabrikasi yang ditunjukkan pada Tabel 9.

D. Implementasi Antena pada Alat Ukur pH Meter

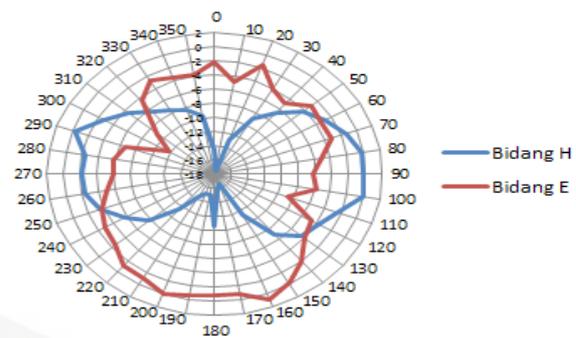
1. Pengujian tanpa halangan

Pengambilan data dilakukan dengan interval jarak 5 meter supaya data yang didapatkan lebih spesifik. Diketahui bahwa jarak maksimal pengiriman data pada kondisi tanpa halangan menggunakan antenna mikrostrip *meander-line* mempunyai jarak maksimal pengiriman data sebesar 210 meter dengan *packet loss* sebesar 0 %. Sedangkan untuk pengujian pada jarak lebih dari 210 meter memiliki *packet loss* sebesar 100 % seperti pada Tabel 10. Sehingga data yang dikirim oleh alat ukur pH meter tidak bisa terkirim karena pada jarak tersebut pengirim dan penerima tidak saling terhubung.

2. Pengujian dengan halangan

Pengambilan data dilakukan dengan interval jarak 5 meter supaya data yang didapatkan lebih spesifik. Diketahui bahwa jarak maksimal pengiriman data pada kondisi terhalang menggunakan antenna mikrostrip *meander-line* mempunyai jarak maksimal pengiriman data sebesar 110 meter dengan *packet loss* sebesar 0 %. Sedangkan untuk

Pola Radiasi

Gambar 15. Pola radiasi antenna mikrostrip *meander-line*

pengujian pada jarak lebih dari 110 meter memiliki *packet loss* sebesar 100 % seperti pada Tabel 11. Sehingga data yang dikirim oleh alat ukur pH meter tidak bisa terkirim karena pada jarak tersebut pengirim dan penerima tidak saling terhubung.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian antenna mikrostrip *meander-line* secara simulasi dan hasil fabrikasi menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA) memiliki pergeseran frekuensi optimal dengan selisih 5 MHz, parameter *return loss* mempunyai perbedaan dengan selisih sebesar -6,3614 dB, parameter VSWR mempunyai perbedaan dengan selisih sebesar 0,0824, parameter *bandwidth* mempunyai perbedaan dengan selisih sebesar 20,4 MHz, sedangkan parameter *gain* dari pengujian simulasi sebesar 2.4538 dBm dan *gain* hasil perhitungan dari data pengukuran sebesar -20,02 dBi.

Uji fungsi antenna pada alat ukur pH meter memiliki kemampuan yang cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan pengambilan data pada kondisi tanpa halangan antenna mampu mengirimkan data dari pH meter dengan baik pada jarak 210 meter dan pada kondisi terhalang oleh sebuah bangunan mampu mengirim data dari pH meter dengan baik pada jarak 110 meter.

REFERENSI

- [1] Balanis, A. Constantiene. 2005. *Antenna Theory Analisis and Design*. Canada: Wiley Interscience.
- [2] Manchanda, Samridhi, dkk. 2014. *Design of Meander Line Antenna for Operating Frequency of 2.5 GHz*. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887). Volume 93 – No.19.
- [3] Posma, Siska Novita, dkk. 2011. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip 900 MHz*. Riau: Jurusan Teknik Elektro Politeknik Caltex.
- [4] Prakash S, dkk. 2014. *Design and Fabrication of an Electrically Small Meander Line Antenna System for Wireless Communication*. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEEM)*. Volume 3, Issue 11.
- [5] Surjati, Indra. 2001. *Antena Mikrostrip Bentuk Segi Empat*. Jurusan Teknik Elektro-FTI, Universitas Trisakti. JETri, Volume 1, Nomor 1, Agustus 2001, Halaman 69-76, ISSN 1412-0372.



Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

