

DESAIN ANTENA MIKROSTRIP PATCH LINGKARAN UNTUK ELEKTROMAGNETIK ENERGY HARVESTING

Ipan Suandi¹, Hanafi², Rachmawati³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

ipan@pn1.ac.id

Abstrak— Penggunaan energi alternatif untuk saat ini merupakan hal yg sangat penting, dikarenakan makin menipisnya ketersediaan energi di alam. Salah satu contoh potensi energi yang tidak kita sadari kehadirannya disekitar kita adalah gelombang frekuensi radio atau yang biasa dikenal dengan gelombang RF. Pada penelitian ini dibuat *rectifier antenna* dengan menggunakan antena mikrostrip *rectangular patch* yang dapat digunakan untuk memanen energi RF dengan frekuensi 1800 MHz dan mengkonversikannya menjadi daya DC, yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi alternatif dari sumber daya yang belum di manfaatkan sehingga dapat menghasilkan *catu daya* bagi perangkat dengan daya rendah. Antena mikrostrip *circular patch* telah berhasil difabrikasi dan dikarakterisasi parameter fisiknya yang meliputi frekuensi kerja, *return loss*, *VSWR*, dan *gain*. Antena adalah salah satu komponen yang mempunyai peranan sangat penting dalam sistem komunikasi, sehingga antena bisa dianggap sebagai tulang punggung sistem *nirkabel*. Salah satu jenis antena tersebut adalah antena mikrostrip. Hasil desain dan pabriksi antena diperoleh antena mikrostrip *patch* lingkaran dengan jenis *catuan coaxial probe* yang memiliki *polaradiasi directional* artinya antena dapat memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik dari arah tertentu. Sehingga model antena antena ini cocok digunakan untuk *energy harvesting elektromagnetik*.

Kata kunci— *Microstrip Patch Circular, Gain, VSWR, Impedansi, Polaradiasi, energy harvesting.*

Abstract— The use of alternative energy for the moment is very important, due to the depletion of energy availability in nature. One example of potential energy that we do not realize its presence around us is a radio frequency waveform or commonly known as RF waves. In this research, antenna *rectifier* is made by using *rectangular patch* microstrip antenna that can be used to harvest RF energy with frequency of 1800 MHz and convert it into DC power, which can be used to generate alternative energy from unused resources so as to produce power supply for the device with low power. The *circular patch* microstrip antenna has been successfully fabricated and characterized its physical parameters including work frequency, *return loss*, *VSWR*, and *gain*. Antenna is one of the components that have a very important role in communication system, so that antenna can be regarded as backbone of wireless system. One such type of antenna is a microstrip antenna. The antenna design and fabrication results obtained by a *circular patch* microstrip antenna with a type of *coaxial probe* that has *directional polaradiation* means that the antenna can tear and receive electromagnetic waves in direction equally. So that antenna antenna model is suitable for *energy harvesting elektromagnetik*.

Keywords— *Microstrip Patch Circular, Gain, VSWR, Impedansi, Polaradiation*

I. PENDAHULUAN

Sistem telekomunikasi tidak lepas dari penggunaan gelombang elektromagnetik. Oleh karena itu penggunaan gelombang elektromagnetik perlu diatur. Meskipun penggunaan atau pemanfaatan gelombang elektromagnetik diudara telah diatur dengan baik, tetapi gelombang elektromagnetik diudara tersebut belum sepenuhnya di manfaatkan. Penggunaan gelombang elektromagnetik yang belum optimal mengakibatkan gelombang elektromagnetik di udara terbuang sia-sia.

Terjadinya pemborosan dalam penggunaan gelombang elektromagnetik mendorong para peneliti untuk mengembangkan teknologi yang dapat memanfaatkan gelombang elektro magnetik yang terbuang tersebut (*energy harvesting*). Pada penelitian yang di lakukan oleh Siska Novita P dan Mohammad Yanuar H (2014), dinyatakan bahwa gelombang elektromagnetik bisa di ubah ke dalam sumber daya atau energi baru berupa tegangan. Energi baru tersebut dapat digunakan untuk mengisi baterai *handphone*.

Teknologi yang dapat mengkonversi gelombang elektromagnetik menjadi sumber arus DC disebut dengan *rectenna (rectifier antenna)*. Dengan *rectenna*, radiasi gelombang elektromagnetik yang berasal dari *Base Transceiver Stasion (BTS)* telepon seluler bisa dimanfaatkan

untuk menjadi sumber daya baru berupa tegangan untuk digunakan ke perangkat lain tanpa menggunakan baterai. *Rectenna* terdiri dari sebuah antena yang diintegrasikan dengan penyearah (*rectifier*).

Salah satu sumber daya RF yang berasal dari gelombang elektro magnetik yang dihasilkan oleh BTS operator selular dan tersebar hampir di seluruh kota besar maupun kecil ada pada pita frekuensi 1800 MHz. Yang menjadi tantangan adalah bahwa daya yang dihasilkan oleh sumber RF ini mempunyai orde mikrowatt. Salah satu komponen untuk memanen sumber daya RF ini adalah antena. Penggunaan antena untuk perangkat bergerak memerlukan suatu antena berdimensi kecil dan portabel yang dikenal dengan antena *low profile*. Salah satu jenis antena *low profile* adalah antena mikrostrip yang mudah diintegrasikan dengan perangkat lain. Bila diintegrasikan dengan rangkaian *rectifier* maka antena yang dirancang dan direalisasikan ini diharapkan dapat mengurangi pemborosan energi gelombang elektromagnetik.

A. Antena

Antena didefinisikan sebagai perangkat yang biasanya terbuat dari logam (sebagai tongkat atau kawat) untuk memancarkan dan menerima gelombang radio. Antena bekerja dengan memancarkan gelombang elektromagnetik dalam arah radial yang terkoordinasi [6]. Tipe antena menurut

pancaran radiasinya dibagi menjadi dua tipe yaitu directional dan omnidirectional/non-directional [3]

- a. Directional antena adalah tipe antena yang memancarkan dan menerima sinyal dari satu atau dua arah saja, keuntungan tipe directional penguatannya lebih besar.
- b. Omnidirectional antena adalah tipe antena yang memancarkan dan menerima sinyal dari segala arah.

B. Antena Mikrostrip Patch Lingkaran

Untuk menentukan dimensi elemen radiasi, maka terlebih dahulu harus ditentukan besarnya panjang gelombang di ruang bebas (λ_0) berdasarkan frekuensi acuan yang akan diradiasikan (f_r) dan kecepatan cahaya di ruang bebas (c), dengan persamaan 1 [2][5] :

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} \tag{1}$$

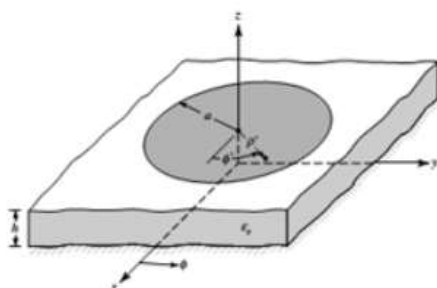
Dalam penelitian ini bentuk patch antena mikrostrip yang akan dibangun adalah lingkaran, yang mana radius ditentukan oleh persamaan berikut:

$$\alpha = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r f} \left[\ln\left(\frac{\pi f}{2h}\right) + 1.77726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}} \tag{2}$$

Dengan α menyatakan dimensi radius *circular* (cm), h menyatakan ketebalan substrat (mm), f menyatakan fungsi logaritmik elemen peradiasi dan ϵ_r merupakan konstanta dielektrik substrat (F/m) Sedangkan fungsi logaritmik dari elemen perediasi di tentukan dengan:

$$f = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}} \tag{3}$$

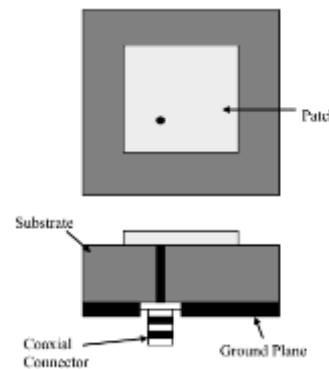
Dimana f_r menyatakan frekuensi resonansi (MHz) dan ϵ_r menyatakan Konstanta dielektrik substrat (F/m).



Gambar 1 Antena mikrostrip patch lingkaran

C. Teknik Pencatuan Coaxial Feed

Coaxial feed atau probe feed adalah teknik yang umum digunakan pada pencatuan antena. Seperti terlihat pada Gambar 2 konduktor bagian dalam dari kabel koaksial dihubungkan dengan elemen peradiasi dan konduktor bagian luar dari kabel koaksial dihubungkan dengan bidang pentanahan (*ground plane*).

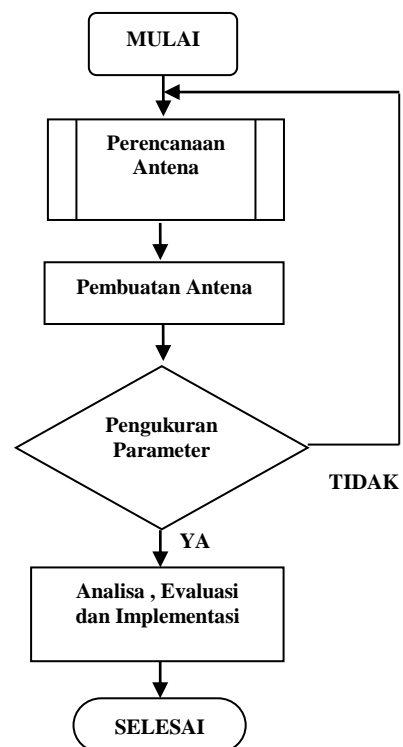


Gambar 2 Teknik pencatuan Coaxial probe [5]

Kelebihan dari metode pencatuan seperti ini adalah pencatuan dapat diletakkan pada setiap lokasi didalam patch yang diinginkan untuk mendapatkan *matching* impedansi dari antena. Akan tetapi metode ini mempunyai kekurangan yaitu *bandwidth* yang sempit dan kesulitan dalam pemodelan.

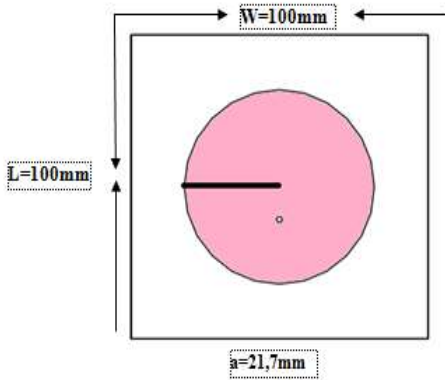
II. METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan dan pembuatan anatena mikrostrip patch lingkaran ini dimulai dengan menghitung dimensi antena kemudian disimulasikan dan terakhir dipabrikasi dan dilakukan pengukuran untuk mengetahui parameternya. Flow chart penelitian dapat dilihat Gambar 3.



Gambar 3 Flowchart penelitian

Dengan menggunakan software simulasi HFSS dilakukan desain antenna patch lingkaran. Sehingga diperoleh hasil desain antenna seperti gambar 4.



Gambar 4 Hasil desain antenna mikrostrip patch lingkaran

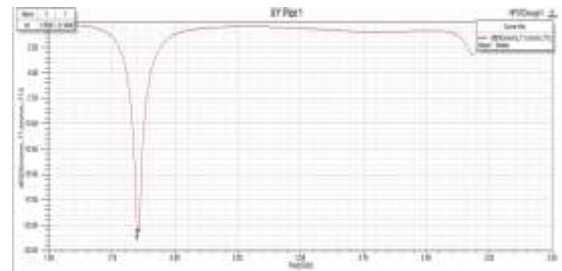


Gambar 5 Hasil pabrikasi antenna mikrostrip patch lingkaran

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Return Loss

Hasil simulasi menunjukkan *return loss* antenna adalah Gambar 6 menunjukkan nilai *return loss* atau hilangnya daya karena tidak sepadanya beban, semakin kecil nilai *return loss* akan semakin bagus antenna yang di desain. Dari gambar grafik *return loss* yang baik berada pada frekuensi 1,850 GHz sebesar -21,45dB.



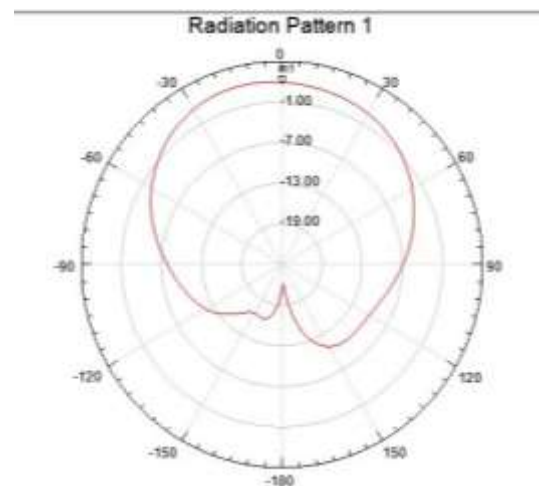
Gambar 6. Hasil simulasi *return loss*

Tabel 1
Hasil Pengukuran VSWR Dan Return Loss

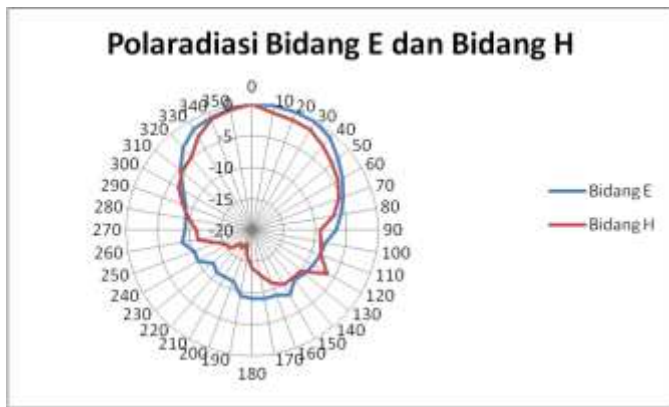
FREKUENSI (MHz)	VSWR	RL(dB)
1.750	3.98	-4.5
1.760	3.73	-4.8
1.770	3.46	-5.2
1.780	3.01	-6.0
1.790	2.53	-7.3
1.800	1.58	-13.0
1.810	1.57	-13.2
1.820	1.50	-14.1
1.830	1.80	-10.8
1.840	2.33	-7.9
1.850	2.77	-6.5

Berdasarkan hasil pengukuran setelah diperoleh nilai *return loss* -13 dB pada frekuensi 1,8 GHz ini tentunya berbeda dengan hasil simulasi namun nilai tersebut telah memenuhi syarat parameter sebuah antenna karena memiliki nilai $VSWR \leq 2$ yaitu sebesar 1,58.

B. Polaradiasi



Gambar 7 Polaradiasi berdasarkan hasil simulasi



Gambar 8 Polaradiasi berdasarkan hasil pengukuran

Berdasarkan Gambar 7 dan 8 menunjukkan intensitas radiasi energi elektromagnetik pada antenna berpusat pada titik tertentu. Sehingga antenna ini memiliki polaradiasi direksional yaitu memancarkan dan menerima sinyal dari arah tertentu. Hal ini tentu akan cocok apabila antenna antenna ini di integrasikan dengan rectifier dalam perangkat rectena (rectifier antenna) untuk digunakan sebagai elektromagnetik *energy harvesting*.

C. Analisa Hasil Simulasi dan Hasil Pengukuran

Pengukuran antenna menggunakan alat ukur antenna yaitu *Base Station Test*. Pengukuran yang dilakukan meliputi *VSWR*, *return loss*, *gain* dan pola radiasi. Sedangkan untuk *bandwidth*, koefisien pantul dan impedansi antenna dilakukan berdasarkan perhitungan menggunakan rumus, implementasi yang dilakukan adalah dengan cara membandingkan hasil dari simulasi menggunakan HFSS dengan hasil pengukuran.

Berdasarkan hasil simulasi, antenna mikrostrip ini memiliki nilai *VSWR* yang paling baik pada frekuensi 1820 MHz sebesar 1.4, sedangkan hasil pengukuran pada frekuensi 1800 MHz didapat *VSWR* sebesar 1.5. Hasil yang didapat sudah mendekati nilai optimum sehingga sudah memenuhi syarat awal *VSWR*. *Bandwidth* antenna mikrostrip ini diperoleh berdasarkan hasil simulasi pada frekuensi 1800 MHz yaitu sebesar 19,8 MHz. Sedangkan berdasarkan hasil pengukuran, *bandwidth* yang dihasilkan sebesar 40 MHz. Ini menunjukkan fabrikasi menghasilkan *bandwidth* yang lebih luas. Untuk memaksimalkan perpindahan daya dari antenna ke penerima maka impedansi antenna harus *conjugate match*. Jika tidak maka akan terjadi pemantulan energi yang dipancarkan atau diterima yang besar. *Return loss* yang dihasilkan pada pengukuran *VSWR* antenna mikrostrip *Patch Circular* pada frekuensi 1800 MHz sebesar -13,0 dB dan *return loss* pada frekuensi lain dapat dilihat pada Tabel 1. Impedansi antenna mikrostrip *Patch Circular* pada frekuensi 1800 MHz diperoleh sebesar 78,70Ω. Nilai koefisien pantul yang diperoleh pada frekuensi 1800 MHz adalah sebesar 0,223. Pada kondisi ini nilai koefisien pantul sudah dikatakan *match* karena memiliki nilai 0 dan tidak ada lagi gelombang yang dipantulkan dari beban ke saluran transmisi

Pada pengukuran *gain* antenna dilakukan dengan cara membandingkan daya maksimum yang diterima oleh antenna yang sedang diuji dengan daya maksimum yang diterima oleh

suatu antenna referensi yang sudah diketahui *gain* yang diterima oleh suatu antenna referensi yang sudah diketahui yang dimilikinya. Polaradiasi bertujuan untuk mengetahui bentuk polaradiasi dari antenna yang telah dirancang agar dapat meradiasikan kekuatan, pada pengukuran ini susunan antenna mikrostrip berfungsi sebagai antenna penerima, sedangkan untuk antenna pemancar menggunakan simpel dipole $\frac{1}{4} \lambda$, pada polaradiasi dilakukan pemutaran pada antenna di posisi 0° sampai 350°. Baik pada bidang E maupun pada bidang H.

Untuk perhitungan dan normalisasi bidang E dan bidang H yang terdapat pada tabel 4.3 dimana untuk level sinyal bidang E yang paling besar terletak pada sudut 0° dan pada bidang H yang paling besar terletak pada sudut 350°. Berdasarkan data pengukuran diatas maka polaradiasi yang dihasilkan mendekati antenna *directional* yaitu hanya ke satu arah saja atau pada arah tertentu.

IV. KESIMPULAN

Hasil desain dan pabrikan antenna diperoleh antenna mikrostrip *patch* lingkaran dengan jenis catuan coaxial probe yang memiliki polaradiasi *directional* artinya antenna dapat memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik ke arah tertentu. Sehingga model antenna ini cocok digunakan untuk elektromagnetik *energy harvesting*.

REFERENSI

- [1] Amal, Hamka.Ikhlusal, "Perancangan dan Realisasi Sistem RFEnergy Harvesting pada Frekuensi UHF", Universitas Telkom, 2015.
- [2] C. A, Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, Third edition, John Wiley & Sons, New York. 2005.
- [3] T. Edward, *Foundation for Microstrip Circuit Design*, Second edition, John Wiley & Sons, New York, 1995.
- [4] O. Ceylan, at all, *Low Cost S Band Communication System Design for Nano Satellites*, [Recent Advances in Space Technologies \(RAST\), 2011 5th International Conference](#), Juni 2011.
- [5] P.S. Nakar, *Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for use in Wireless/Cellular Devices*. The Florida State University. Thesis. 2004.
- [6] M.K.A. Rahim, at all, *Aperture Coupled Microstrip Antenna with Different Feed Sizes and Aperture Positions*, *International RF and Microwave Conference Proceedings*, September 2006.
- [7] Marcel Kossel, at all, *Circular Polarized Aperture Coupled Patch Antennas for an RFID System in the 2.4 GHz ISM Band*, *IEEE Radio and Wireless Conference*, 1999.
- [8] A. H. Rambe, *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Segiempat Planar Array 4 Elemen Dengan Pencatuan Aperture Coupled Untuk Aplikasi CPE Pada WIMAX*, Fakultas Teknologi Universitas Indonesia, 2008.
- [9] R. Garg, dkk, *Microstrip Antenna Design Handbook*. Artech House: Boston, London, 2000.
- [10] F.T. Ulaby, *Fundamental of applied Electromagnetics*, USA: Prentice Hall, 2001.
- [11] W. L. Stutzman, and G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, John Wiley and Son. Inc, New York, 1981.
- [12] M. P. Civerolo, *Aperture Coupled Microstrip Antenna Design and Analysis*, USA: Faculty of California Polytechnic State University, 2010