

Analisa Dimensi Antena Microstrip Patch Lingkaran Front Parasitic Substrate untuk Roket Uji Muatan pada Frekuensi 430-438 MHz

Atik Charisma, Fadilah Ana Dhofati

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI)
Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531
atik.charisma@lecture.unjani.ac.id

Abstract

Load Test Rocket (RUM) is a rocket that functions to determine the performance of the telemetry system for remote monitoring between the rocket and the earth station. This system works at the ISM (Industrial, Scientific, and Medical) frequency of 433 MHz and its performance is largely determined by the antenna. The payload test rocket is not very large, so a microstrip antenna is highly recommended in this study. However, this antenna has a low gain, therefore it is necessary to increase the gain, one of which is a parasitic radiator. Parasitic radiator is a method to improve gain performance using a dielectric resonator. This method is done by adding a parasitic front that is placed above the main patch at a certain distance which has previously been fed with a microstrip line feeder. The patch used is a circular patch and changes to variations in antenna dimensions will be made. This research uses Studio Suite 2016 Computer Simulation Technology (CST) software to design the antenna, which will produce gain, VSWR, center frequency and return loss antenna values. The addition of a parasitic front can increase the gain from -2.547 dB to 2.481 dB. After optimizing and changing the dimensions, the return loss value is -21.022107 dB, VSWR 1.1951452, with a bandwidth of 8 MHz.

Keywords: Load test rocket, microstrip antenna, circular patch, parasitic front

Abstrak

Roket Uji Muatan (RUM) adalah roket yang berfungsi untuk mengetahui kinerja sistem telemetri pemantauan jarak jauh antara roket dengan stasiun bumi. Sistem ini bekerja pada frekuensi ISM (*Industrial, Scientific, and Medical*) 433 MHz dan kinerjanya sangat ditentukan oleh antena. Antena mikrostrip merupakan antena yang biasanya digunakan untuk perangkat telekomunikasi. Roket uji muatan berukuran tidak terlalu besar, sehingga antena mikrostrip sangat direkomendasikan dalam penelitian ini. Namun antena ini memiliki *gain* yang rendah, oleh karena itu perlu dilakukan peningkatan *gain* salah satunya dengan parasitik radiator. Parasitik radiator merupakan salah satu metode untuk meningkatkan kinerja *gain* menggunakan resonator dielektrik. Metode ini dilakukan dengan menambah *front* parasitik yang ditempatkan di atas *patch* utama dengan jarak tertentu yang sebelumnya sudah dicatu dengan pencatu mikrostrip *line*. *Patch* yang digunakan adalah *patch* lingkaran dan akan dilakukan perubahan variasi dimensi antena. Penelitian ini menggunakan *software Computer Simulation Technology (CST) Studio Suite 2016* untuk merancang antena, yang nantinya akan menghasilkan nilai *gain*, VSWR, frekuensi tengah dan *return loss* antena. Penambahan *front* parasitik dapat meningkatkan *gain* yang semula sebesar -2,547 dB menjadi 2,481 dB. Setelah dilakukan optimasi dan perubahan ukuran dimensi, didapat nilai *return loss* -21,022107 dB, VSWR 1,1951452, dengan *bandwidth* 8 MHz.

Kata kunci: Roket uji muatan, antena mikrostrip, *patch* lingkaran, *front* parasitik

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini terbilang cukup pesat. Terutama teknologi penerbangan dan antariksa. Indonesia sendiri memiliki lembaga riset untuk melakukan penelitian mengenai hal tersebut, misalnya LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional). Salah satu penelitian yang dilakukan adalah Roket Uji Muatan (RUM). Roket ini berukuran kecil dan digunakan untuk menguji muatan yang berisi data-data peluncuran roket secara telemetri antara roket

dengan stasiun bumi. Salah satu antena yang cocok dipakai untuk aplikasi yang berukuran kecil adalah antena mikrostrip. Namun, antena ini memiliki kekurangan, yaitu *gain* yang rendah [1]. Berdasarkan perkembangan riset akhir-akhir ini, penelitian yang berkaitan dengan hal tersebut telah dilakukan sebelumnya. Penelitian pertama menganalisa pengaruh jarak *Front Parasitic* terhadap kinerja antena mikrostrip lingkaran yang bekerja pada frekuensi 430 – 438 MHz [2]. Penelitian kedua merancang dan menguji antena mikrostrip *multi-patch* untuk aplikasi antena data

pesawat UAV pada frekuensi 915 MHz yang memiliki jangkauan frekuensi kerja 902-928 MHz [3]. Penelitian ketiga merancang antenna mikrostrip *meander line* pada frekuensi kerja 433 MHz yang digunakan untuk sistem telemetri pada RUM [4].

Pada penelitian ini menganalisis kinerja antenna mikrostrip *patch* lingkaran *front parasitic substrate* yang digunakan roket uji muatan. Dengan judul Analisa Dimensi Antena Mikrostrip *Patch* Lingkaran *Front Parasitic Substrate* untuk Roket Uji Muatan pada Frekuensi 430-438 MHz.

II. METODE

A. Roket uji muatan

Roket uji muatan dapat meluncur tanpa panduan (*balistik*). Berukuran kecil dan dirancang untuk menguji muatan yang berisi data peluncuran secara telemetri antara roket dengan stasiun bumi. Antena yang cocok digunakan untuk memuat data-data tersebut adalah antenna mikrostrip [5].

B. Parasitik radiator

Parasitik radiator merupakan salah satu metode untuk meningkatkan kinerja *gain* menggunakan resonator dielektrik. Metode ini dilakukan dengan menambah *front* parasitik yang ditempatkan di atas *patch* utama dengan jarak tertentu yang sebelumnya sudah dicatu dengan pencatu mikrostrip *line* [6].

C. Antena mikrostrip patch lingkaran

Struktur dasar antenna mikrostrip terdiri dari 3 lapisan, yaitu elemen peradiator (*patch*), *substrate*, dan *groundplane*. Elemen peradiasi ini di tempatkan di lapisan paling atas. Antena jenis ini terbuat dari material konduktor karena fungsinya untuk meradiasikan energi gelombang elektromagnetik ke ruang bebas dan menerima sebagian kecil energi gelombang elektromagnetik dari ruang bebas. *Microstrip line* memiliki massa yang ringan, dan mudah difabrikasi. Persamaan yang digunakan dalam mendesain suatu antenna mikrostrip adalah seperti pada persamaan berikut ini [7].

1. Menentukan fungsi logaritmik, untuk ϵ_r adalah nilai konstanta dielektrik bahan.

$$F = \frac{8.794 \times 10^9}{f_c \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

2. Menentukan jari-jari elemen peradiasi dan jari-jari elemen peradiasi efektif.

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 9,660 \right] \right\}^{1/2}} \quad (2)$$

$$a_{eff} = a \left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 9,660 \right] \right\}^{1/2} \quad (3)$$

Dimana h adalah ketebalan substrat, dan a_{eff} adalah jari-jari efektif.

3. Menentukan ukuran pencatu dengan mengetahui B dengan nilai impedansi 50 ohm.

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (4)$$

Menentukan lebar saluran pencatu dengan persamaan berikut.

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \times \epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (5)$$

Menentukan panjang saluran pencatu dengan persamaan berikut.

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (6)$$

$$\lambda_d = \frac{\lambda}{\epsilon_r} \quad (7)$$

$$l_t = \frac{1}{4} \times \lambda_d \quad (8)$$

D. Spesifikasi antenna

Range frekuensi 430-438 MHz menggunakan substrat FR4-epoxy. FR4 memiliki daya serap air yang rendah, serta tahan suhu panas hingga 140 derajat celcius. Pada bagian paling atas terdapat lapisan udara sebagai bagian terluar dari substrat, lapisan berwarna kuning pada bagian atas substrat adalah material konduktor tembaga (*copper*). Teknik pencatutan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah teknik mikrostrip *line*. *Groundplane* diletakkan pada bagian bawah substrat. Antena mikrostrip ini akan menggunakan *patch* lingkaran dan sebuah saluran pencatu berbentuk persegi panjang. Ketebalan konstanta dielektrik 4,4, memiliki ketebalan substrat 1,6 mm, dan ketebalan konduktor 0,035 mm. Berikut adalah Tabel 1 spesifikasi.

TABEL 1. SPESIFIKASI ANTENA MIKROSTRIP

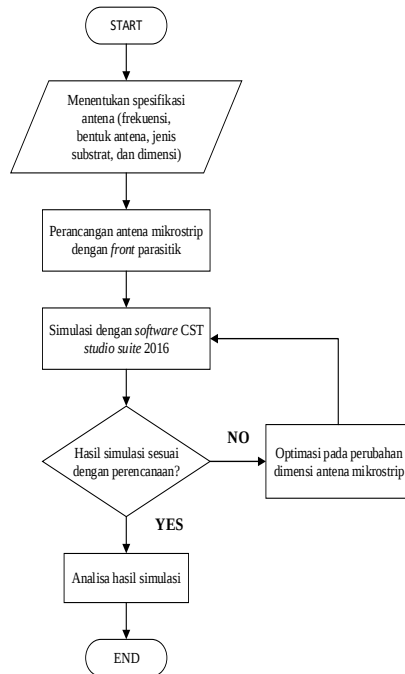
Spesifikasi	Nilai
<i>Return loss</i>	≤ -10 dB
Frekuensi kerja	430-438 MHz
<i>Bandwidth</i>	8 MHz

Analisa Dimensi Antena Microstrip Patch Lingkaran Front Parasitic (Atik Charisma, Fadilah Ana Dhofati : 50 - 55)

VSWR	≤ 2
Gain	≥ 2 dB
Konstanta dielektrik	4,4
Ketebalan substrat	1,6 mm
Ketebalan konduktor	0,035 mm

E. Flowchart

Perancangan antenna mikrostrip melalui beberapa tahap seperti pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alir perancangan antenna mikrostrip patch lingkaran

III. HASIL DAN DISKUSI

Setelah hasil perhitungan secara matematis telah dilakukan, akan menghasilkan ukuran dimensi patch dan ukuran pencatu. Hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

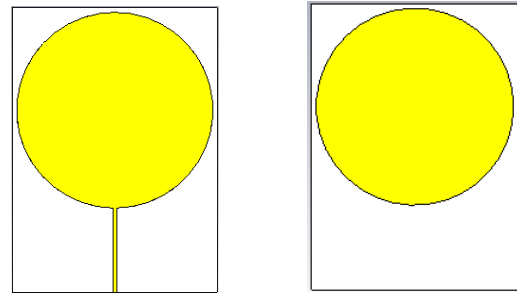
TABEL 2. HASIL PERANCANGAN ANTENA

Parameter	Nilai (mm)
Jari jari elemen peradiasi (a_{eff})	96,60 mm
Lebar saluran pencatu (W)	3,174 mm
Panjang saluran pencatu (L_t)	83 mm

A. Perancangan antenna mikrostrip

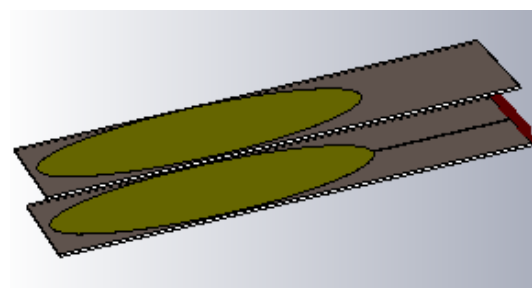
Pada tahap awal perancangan dibuat antenna konvensional seperti pada Gambar 3 (a), setelah

itu akan dilakukan penambahan parasitik substrat seperti pada Gambar 2 (b).



Gambar 2. Perancangan antenna: (a) konvensional, (b) penambahan parasitik

Pada saat mensimulasikan perancangan antenna konvensional, didapatkan VSWR 1,040686, *return loss* -34,006623 dB, dan *gain* -2,547 dB. Karena belum memenuhi parameter perancangan, maka simulasi dilakukan dengan menambahkan parasitik pada bagian depan antenna konvensional. Setelah dilakukan penambahan, terjadi peningkatan pada *gain* antenna yang semula -2,547 dB menjadi 2,800 dB, VSWR 1,3250011 dB, dan *return loss* -17,090767 dB. Distribusi arus pada antenna patch yang sudah ditambahkan parasitik memperlihatkan bahwa antenna tersebut memiliki persebaran arus tidak hanya terkonsentrasi pada port-nya namun juga ter-couple ke bagian parasitic substratnya. Bentuk antenna yang ditambahkan parasitic tersebut seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Penambahan parasitik pada bagian depan antenna konvensional

Ada beberapa parameter yang belum tercapai, maka perlu dilakukan optimasi. Misalnya pada perubahan dimensi antenna.

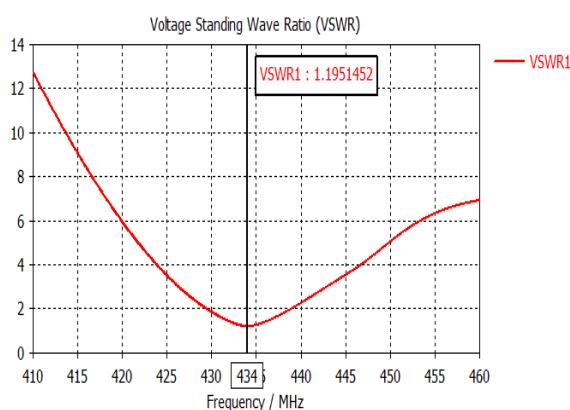
B. Analisa perubahan dimensi antenna terhadap VSWR

Pada saat pengujian dimensi dengan ukuran jari-jari 96,60 mm dan lebar stripline 3,174 mm VSWR sudah mendekati baik, yaitu 1,3250011.

Namun, hasil tersebut belum memenuhi kriteria lainnya, karena *bandwidth* yang didapat terlalu lebar. Pada penelitian ini capaian nilai target VSWR adalah ≤ 2 , setelah dilakukan beberapa percobaan maka hasil terbaik adalah pada percobaan 94,06 mm dengan hasil 1,1951452 dengan frekuensi 434 MHz. VSWR dapat dilihat seperti pada Tabel 3 dan Gambar 4 berikut.

TABEL 3. PERUBAHAN DIMENSI ANTENA TERHADAP VSWR

Jari-jari (mm)	Lebar stripline (mm)	VSWR
96,60	3,174	1,3250011
97	5	1,0212099
90	5	1,139228
91	5	1,0958078
92	4	1,2026508
93	4	1,1685659
93,05	4	1,1567197
94	4	1,1899092
94,02	4	1,1543098
94,05	4	1,189191
94,06	4	1,1951452
95	4	1,1689443



Gambar 4. Kurva perubahan dimensi antenna terhadap VSWR

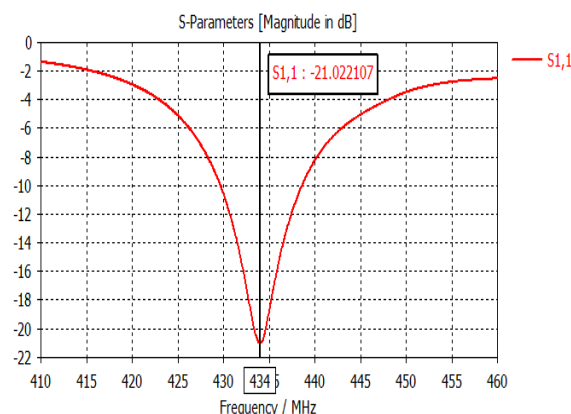
C. Analisa perubahan dimensi antenna terhadap return loss

Pada saat pengujian dimensi dengan ukuran jari-jari 96,60 mm dan lebar *stripline* 3,174 mm *return loss* yang didapat -17,090767 dB, sehingga parameter baik belum tercapai, karena *return loss* dikatakan baik apabila ≤ -10 dB, agar nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan (*matching*). Hasil terbaik yang didapat adalah pada percobaan 94,06 mm dengan hasil *return loss*

-21,022107 dB. *Return loss* dapat dilihat seperti pada Tabel 4 dan Gambar 5 berikut.

TABEL 4. PERUBAHAN DIMENSI ANTENA TERHADAP RETURN LOSS

Jari-jari (mm)	Lebar stripline (mm)	Return Loss (dB)
96,60	3,174	-17,090767
97	5	-39,58145
90	5	-23,730608
91	5	-26,79901
92	4	-20,723947
93	4	-22,188057
93,05	4	-22,773403
94	4	-21,237601
94,02	4	-22,898294
94,05	4	-21,267663
94,06	4	-21,022107
95	4	-22,170099



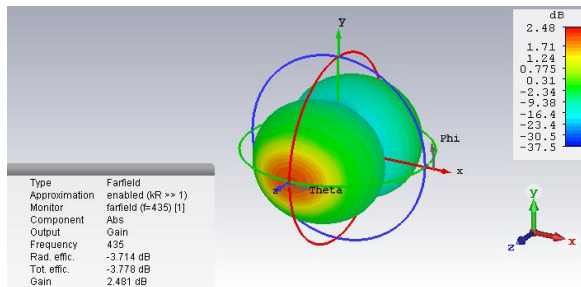
Gambar 5. Kurva perubahan dimensi antenna terhadap return loss

D. Analisa perubahan dimensi antenna terhadap gain

Pada saat menambahkan antenna *front* parasitik, *gain* antenna konvensional yang semula -2,547 dB mengalami kenaikan menjadi 2,800 dB, tahap tersebut *return loss* belum mencapai target parameter, karena frekuensi yang didapat 423,95 MHz yang mengakibatkan *bandwidth* terlalu lebar. Maka untuk mencapai nilai target tersebut dilakukan beberapa percobaan hingga terlihat seperti pada percobaan 94,06 mm dengan *gain* 2,481 dB. *Gain* dapat dilihat seperti pada Tabel 5 dan Gambar 6 berikut.

TABEL 5. PERUBAHAN DIMENSI ANTENA TERHADAP GAIN

Jari-jari (mm)	Lebar stripline (mm)	Gain (dB)
96,60	3,174	2,800
97	5	3,000
90	5	0,8059
91	5	1,346
92	4	1,801
93	4	2,062
93,05	4	1,991
94	4	2,476
94,02	4	2,513
94,05	4	2,387
94,06	4	2,481
95	4	2,925



Gambar 6. Kurva perubahan dimensi antena terhadap gain

E. Analisa perubahan dimensi antena terhadap frekuensi kerja

Range frekuensi kerja antena ini adalah 439-438 MHz. Didapatkan hasil terbaik pada percobaan jari-jari 94,06 mm, frekuensi 434 MHz, dari beberapa percobaan dan modifikasi dimensi antena. Frekuensi kerja dapat dilihat seperti pada Tabel 6 berikut.

TABEL 6. PERUBAHAN DIMENSI ANTENA TERHADAP FREKUENSI KERJA

Jari-jari (mm)	Lebar stripline (mm)	Frekuensi kerja (MHz)
96,60	3,174	423,95
97	5	423,4
90	5	451,45
91	5	446,8
92	4	442,05
93	4	437,75
93,05	4	437,55
94	4	434,3
94,02	4	434,4
94,05	4	434,1

94,06	4	434
95	4	430,1

IV. KESIMPULAN

Hasil perancangan dengan menambahkan *front* parasitik mikrostrip *patch* lingkaran dengan teknik pencatutan *microstrip line* didapatkan antena dengan rentang frekuensi 430 MHz–438 MHz dengan frekuensi tengah 434 MHz, menghasilkan bandwidth sebesar 8 MHz. Distribusi arus pada antena *patch* yang sudah ditambahkan parasitik memperlihatkan bahwa antena tersebut memiliki persebaran arus tidak hanya terkonsentrasi pada *port*-nya namun juga ter-*couple* ke bagian *parasitic* substratnya. Hasil perubahan variasi ukuran dimensi mengakibatkan nilai VSWR yang semula 1,3250011 menjadi 1,1951452, *return loss* yang semula -17,090767 dB menjadi -21,022107 dB, dan *gain* yang semula 2,800 dB menjadi 2,481 dB. Dengan menambahkan *front* parasitik dapat meningkatkan *gain* antena konvensional yang semula -2,594 dB mengalami kenaikan menjadi 2,800 dB. Setelah dilakukan perubahan dimensi, hasil akhir untuk *gain* adalah 2,481 dB.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Jurusan Teknik Elektro Unjani yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Panduan, *Buku Panduan KOMURINDO-KOMBAT Buku Panduan Kompetisi Muatan Roket dan*. 2016.
- [2] A. R. Sapei and A. Charisma, "Analisa Jarak Front Parasitik Terhadap Kinerja Antena Mikrostrip Lingkaran Pada Frekuensi 430 – 438 MHz," 2018.
- [3] E. Ahkami, Muhammad Abduh; Sandi, "Multi-Patch Dengan Frekuensi 915mhz Untuk Aplikasi," 2016.
- [4] M. Harry and B. Pratama, "Sistem Telemetry Roket Uji Muatan," 2016.
- [5] H. B. Wibowo, A. Riyadl, and Y. A. Nugroho, "Pengaturan Sudut Azimuth Roket Rum Untuk Operasi Peluncuran Pada Kecepatan Angin Di Atas 10 Knot (Azimuth Angle'S Setting of Rocket Rum for Launch Operation At Wind Speed More Than 10 Knot)," *J. Teknol. Dirgant.*, vol. 14, no. 1, p. 9, 2018, doi: 10.30536/j.jtd.2016.v14.a2943.
- [6] J. R. James, P. S. Hall, and C. Wood, "Microstrip Antenna Theory and Design," *IEEE Antennas Propag. Soc. Newsl.*, vol. 24, no. 4, p. 31, 1982, doi: 10.1109/MAP.1982.27633.
- [7] T. Mulia and M. Sidik, "Peningkatan Gain Antena Mikrostrip Lingkaran Menggunakan Parasitic Radiator," *J. Ilm.ELIT. Elektro*, vol. 3, no. July, pp. 1–5, 2015