

## PERANCANGAN FILTER SQUARE LOOP RESONATOR PADA FREKUENSI 2350 MHZ UNTUK APLIKASI SATELIT NANO

*“DESIGN OF SQUARE LOOP RESONATOR FILTER IN FREQUENCY 2350MHZ FOR NANOSATELLITE”*

**M. Purwa Manggala<sup>1</sup>, Heroe Wijanto<sup>2</sup>, Budi Syihabuddin<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[Purwamanggala@gmail.com](mailto:Purwamanggala@gmail.com) <sup>2</sup>[heroe@telkomuniversity.ac.id](mailto:heroe@telkomuniversity.ac.id), <sup>3</sup>[budisvihab@telkomuniversity.ac.id](mailto:budisvihab@telkomuniversity.ac.id)

### ABSTRAK

Universitas Telkom sedang melakukan penelitian terkait satelit nano dengan ukuran 10cm x 10cm x 10cm menggunakan frekuensi 2350 MHz untuk transmisi data muatan kamera dengan misi penginderaan jarak jauh. Filter merupakan salah satu bagian transmitter menyeleksi sinyal pada band frekuensi tertentu agar tidak menyebabkan interferensi dari frekuensi yang berdekatan. Dalam proses implementasi digunakan filter yang menghasilkan dimensi yang kecil serta bandwidth yang sempit. Loop resonator merupakan metode filter yang terdiri atas saluran transmisi yang dibentuk pada loop tertutup melingkar, feed line dan gap kopling. Proses realisasi filter menggunakan material substrat FR4 dan material stripline cooper. Hasil pengukuran realisasi filter menunjukkan performansi filter pada frekuensi tengah 2350 MHz dengan bandwidth 50MHz serta return loss -44 dB lebih baik dari spesifikasi dibawah -15 dB, Insertion loss -6.3 dB atau sekitar 0.5 data yang ditransmisikan, dan impedansi 49 Ohm mendekati nilai impedansi karakteristik sebesar 50 Ohm.

**Kata Kunci:** *Satelit nano, filter, mikrostrip, resonator*

### ABSTRACT

Telkom University is conducting research related to nanosatellite in dimension 10cm x 10cm x 10cm and using frequency 2350 MHz for remote sensing payload data transmission. Filter as a part of transmitter block select the signal at certain frequency band to minimize the interference from adjacent frequencies. In the implementation process, filter designing in narrow bandwidth and small dimension. Loop resonator is one of filter methods which consist of a transmission line that is formed in a closed loop, feed line and gap coupling. The realization process use FR4 for substrate material and copper for stripline. The measurement result shows the performance of the filter at the center frequency 2350 MHz with 50MHz bandwidth, return loss up to -44 dB better than the specification below -15 dB, insertion loss -6.3 dB or approximately 0.25 transmitted data, and impedance 49.3 Ohm close to the value of characteristic impedance of 50 Ohm.

**Keywords:** *Nanosatellite, filter, microstrip, resonator*

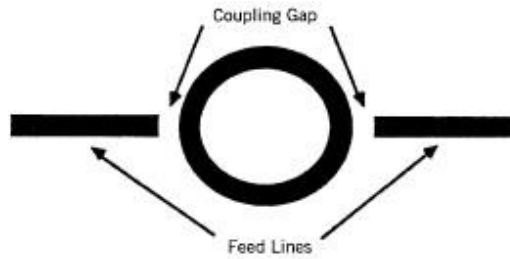
## 1. Pendahuluan

Universitas telkom sedang melakukan penelitian mengenai satelit nano dengan misi remote yang diberi nama Tel-USAT 1. Untuk mengirimkan informasi dari Tel-USAT dibutuhkan blok komunikasi yang terdiri atas modul transmitter, filter dan antena. Filter adalah suatu perangkat yang dapat melewatkan sinyal pada band frekuensi tertentu dan meredam lewatnya sinyal pada frekuensi lain. [2] Modul komunikasi yang digunakan untuk pengiriman data muatan memiliki lebar berkas yang sempit agar tidak menyebabkan interferensi dari frekuensi lain yang berdekatan. [4]

Penelitian terkait filter dimulai sejak akhir tahun 1930 oleh Mason, Sykes, Darlington, Fano, Lawson dan Richards untuk aplikasi telepon.[3] Salah satu metode yang digunakan dalam perancangan filter adalah square loop resonator. Metode loop resonator berkembang untuk industri wimax dan filter dual band untuk GSM dan WCDMA. Kelebihan square loop resonator adalah respon eleptik yang dihasilkan, bandwidth sempit dan juga dimensi yang kecil membuat square loop resonator cocok diimplementasikan di satelit nano.

## 2. Square Loop Resonator

Loop resonator adalah resonator ring yang terdiri dari saluran transmisi yang dibentuk pada loop tertutup melingkar. Rangkaian ring resonator dasar terdiri dari feed line, gap kopling dan resonator. Power digabungkan ke dalam dan keluar dari resonator melalui feed line dan gap kopling. [1]



Gambar 2.1 Loop resonator [1]

Berikut merupakan perhitungan dimensi resonator serta nilai impedansi yang dihasilkan pada perancangan filter.

$$\lambda_g = \frac{c}{4xf\sqrt{\epsilon_{eff}}} \tag{2.1}$$

$$Z_r = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left( \frac{8h}{W} + \frac{W}{4h} \right) = \frac{60}{\sqrt{2.85897747}} \ln \left( \frac{8 \times 1.6}{3.11184} + \frac{3.11184}{4 \times 1.6} \right) \tag{2.2}$$

Pada impedansi karakteristik sebesar 50ohm maka didapat besar nilai koefisien pantul sebagai berikut

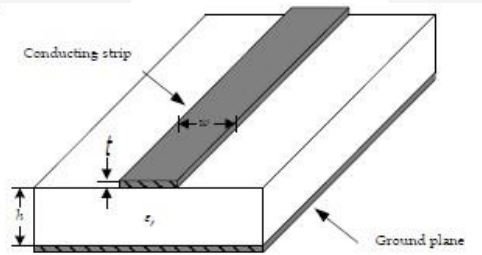
$$\Gamma = \left| \frac{Z_0 - Z_A}{Z_0 + Z_A} \right| = \left| \frac{54.1544 - 50}{54.1544 + 50} \right| \tag{2.3}$$

### 3. Perancangan Geometri Square Loop Resonator

Pada tahap perancangan perlu ditentukan dimensi dari mikrostrip sebagai pemisah antara patch resonator dan groundplane. Berikut perhitungan geometri square loop resonator

#### 3.1 Dimensi Patch

Material substrat menggunakan bahan FR4 yang bersifat lossy dielektrik serta mempunyai nilai permitivitas 4.3 dan permeabilitas 1.



Gambar 3.1 Mikrostrip [1]

$$W = L = \frac{0.49 \frac{c}{f}}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{0.49 \frac{300 \times 10^6}{2350 \times 10^6}}{\sqrt{4.3}} = 30.1658276 \text{ mm} \tag{3.8}$$

Panjang resonator berbanding terbalik terhadap frekuensi, berikut panjang sisi resonator

$$\frac{\lambda_g}{4} = \frac{c}{4xf\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 2.35 \times 10^9 \times \sqrt{4.3}} = 0.015390725 \text{ m} \tag{3.9}$$

#### 3.2 Dimensi Feedline

Perhitungan untuk mendapatkan lebar feedline sebagai catuan untuk sinyal masukan dan keluaran pada filter didapat dari persamaan berikut,

$$\frac{W}{d} = u = \frac{8e^{-A}}{e^{2A} - 2} = \frac{8e^{1.515704}}{e^{2 \times 1.515704} - 2} = 1.9449 \tag{3.10}$$

Dengan nilai tebal substrat 1.6 mm dan tebal patch 35um. Didapat nilai lebar dari feedline

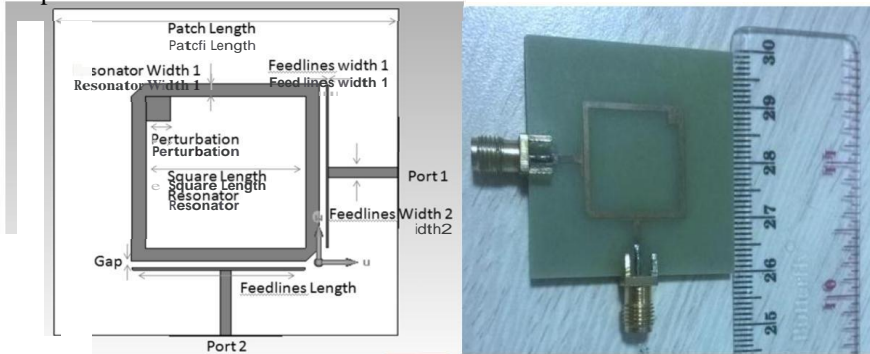
$$w = (1.9449) \times (1.6 \text{ mm}) = 3.11184 \text{ mm}$$

Panjang saluran feedline mempengaruhi besarnya dimensi yang dibutuhkan oleh patch.

$$l = \frac{2 \cdot \lambda}{n} = \frac{2 \cdot 49.21 \text{ mm}}{2 \cdot 1.6} \times 3.11184 = 4.579 \text{ mm} \tag{3.11}$$

**4. Realisasi Square Loop Resonator**

Pada proses optimasi dan realisasi square loop resonator terdapat modifikasi pada bagian resonator dengan tambahan perturbasi serta chamfer pada ujung sisi resonator. Berikut merupakan gambar optimasi dan realisasi square loop resonator



(a) Simulasi

(b) Realisasi

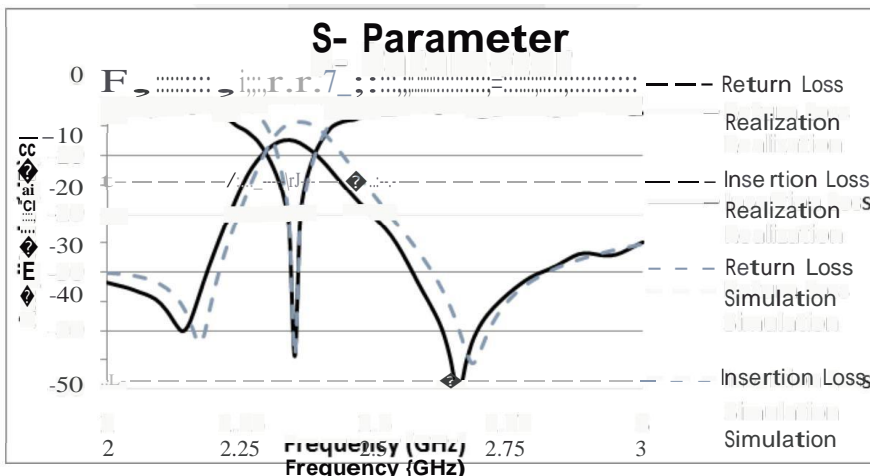
Gambar 4.1 Geometri filter

Ada beberapa modifikasi pada bentuk resonator seperti adanya bending dan tambahan perturbasi di salah satu sudut resonator. Berikut merupakan tabel perbandingan dimensi geometri filter

Tabel 4.1 Dimensi filter

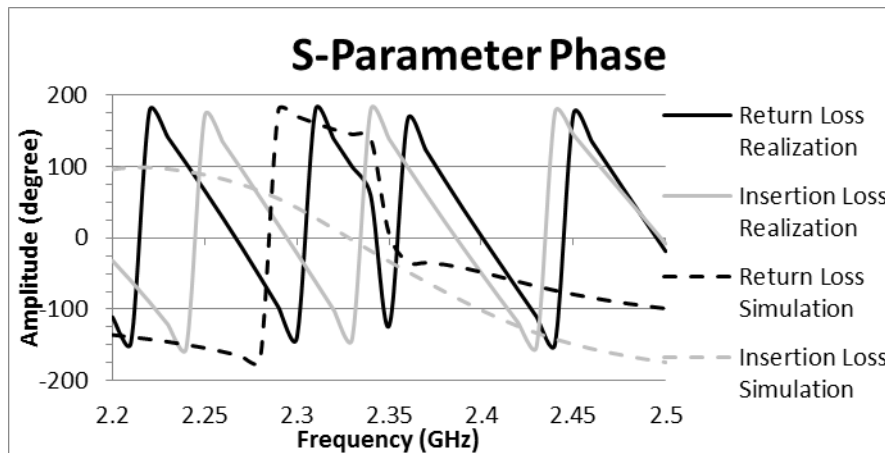
Dimensi	Perhitungan	Optimasi
Patch width	30 mm	40 mm
Substrat thickness	1.6 mm	1.6 mm
Patch thickness	0.035 mm	0.035 mm
Perturbasi	0 mm	2 mm
Feed gap	0.561 mm	0.25 mm
Feedline length	0 mm	6mm
Length of square resonator	15.39 mm	17.47 mm
Feedlines width 1	0 mm	1 mm
Feedlines width 2	3 mm	1.2 mm
Resonator width	3 mm	1 mm

Berikut merupakan hasil yang didapat dari perancangan dengan nilai dimensi pada tabel 3.1.



Gambar 4.2 S-Parameter

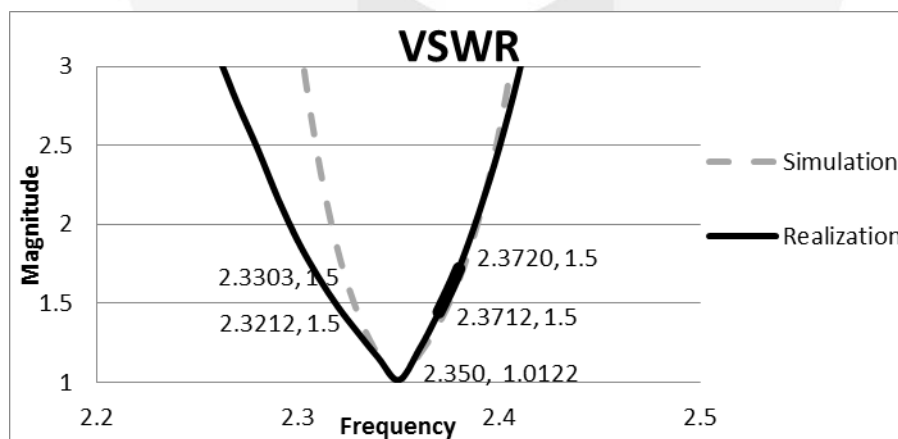
Nilai dari return loss sebesar -45dB lebih kecil dari -15dB atau secara numerik data yang balik lagi ke catuan sangat kecil sekitar 0.01 sehingga terjadi transfer daya maksimum. Sedangkan keluaran yang dihasilkan oleh metode square loop resonator dengan substrat FR4 adalah -4.3 dB atau sebesar 0.5 daya yang dikirimkan. Pada realisasi filter, nilai dari return loss -44 dB sedangkan insertion loss adalah -6.3dB mendekati nilai return loss -45dB return loss dan -4dB insertion loss pada proses optimasi dikarenakan proses pabrikan dan perancangan menggunakan simulator kondisi sekitar adalah ideal sedangkan pada proses realisasi dan pengukuran terdapat interferensi dari frekuensi pada udara bebas.



Gambar 4.3 Fasa S Parameter

Komponen gelombang yang merambat pada medium FR4 selain memiliki nilai amplitude, gelombang yang mengalir menghasilkan fasa. Fasa return loss pada gambar 4.3 menunjukkan adanya pembalikan fasa pada gelombang pantul yang kembali ke catuan. Fasa insertion loss yang baik adalah linear artinya tidak ada pembalikan fasa sehingga informasi tetap terjaga bentuk gelombang dan fasanya.

Pada realisasi filter, fasa return loss pada frekuensi 2.35 berada pada daerah transisi fasa sehingga gelombang yang memantul ke catuan input berbeda 180 derajat. Sedangkan fasa insertion loss berada pada daerah linear 130 derajat namun pada daerah frekuensi kerja fasa yang dihasilkan linear sehingga filter dapat digunakan tanpa ada perubahan informasi pada sisi output.



Gambar 4.3 VSWR

Nilai dari VSWR berbanding lurus dengan nilai impedansi. Semakin mendekati nilai impedansi karakteristik maka nilai dari VSWR semakin ideal atau mendekati 1. Nilai VSWR yang dihasilkan berdasarkan simulasi dan realisasi relative sama dengan nilai VSWR sebesar 1.01, nilai tersebut sesuai dengan spesifikasi dengan nilai VSWR dibawah 1.5

Pada proses optimasi di simulator, lebar bandwidth VSWR yang dihasilkan sebesar 41.7 MHz sedangkan pada proses realisasi bandwidth VSWR yang dihasilkan dengan batasan VSWR 1.5 adalah 50 MHz. Hal ini disebabkan oleh proses fabrikasi filter. Lebar bandwidth dipengaruhi oleh lebar stripline dan resonator, semakin besar lebar stripline maka bandwidth yang dihasilkan cenderung semakin lebar. Berikut merupakan tabel hasil perancangan filter.

Tabel 4.1 Perbandingan hasil spesifikasi

Parameter	Spesifikasi	Optimasi	Realisasi
Frekuensi tengah	2350 MHz	2350 MHz	2350 MHz
Bandwidth	20 MHz	41.7 MHz	50 MHz
Return loss	$\leq -15$ dB	-45 dB	-44 dB
Insertion loss	$\geq -3$ dB	-4.3 dB	-6 dB
Impedansi	50 Ohm	48.4 Ohm	49 Ohm
VSWR	$\leq 1.5$	1.01	1.01

## 5 Kesimpulan

Pada perancangan filter pada frekuensi 2350 MHz menggunakan metode rektanguler loop resonator menghasilkan beberapa kesimpulan terkait percobaan sebagai berikut.

1. Perancangan filter dengan metode square loop resonator menghasilkan nilai return loss yang sangat baik, dengan nilai return loss dibawah -44 dB walaupun nilai insertion loss yang dihasilkan dibawah -3dB.
2. Derajat fasa keluaran yang baik adalah linear pada daerah sekitar 0 derajat yang menyebabkan tidak terjadinya perubahan informasi pada sinyal keluaran, sedangkan pada fasa return loss terjadi pembalikan fasa.
3. Bandwidth VSWR yang dihasilkan oleh filter dipengaruhi oleh lebar feedline dan resonator, semakin lebar feedline dan resonator, maka bandwidth cenderung semakin lebar. Bandwidth pada proses realisasi adalah sebesar 50 MHz

## DAFTAR PUSTAKA

1. Chang, Kai. Lung-hwa hsieh. *"Microwave Ring Circuits and Related Structure"*. A John Wiley & Sons. Inc. Second edition
2. Hilmi, Irfan. *"Realisasi Dual-Band Filter dengan Metode Cross-Coupling Dan Konfigurasi Hairpin-Line pada Pita Frekuensi 890-900 Mhz Dan 935-945 Mhz"*. 2009
3. Pozar, David M. *Microwave Engineering*. John Wiley & Sons. Inc. Third Edition.
4. Ramli, Zulfikar Fajar M. dkk. *"Perancangan Subsistem Komunikasi Menggunakan CC1000 Pada Frekuensi 437.33 Mhz Untuk TEL-USAT"*.