

# PERANCANGAN DAN REALISASI SUSUNAN ANTENA MIKROSTRIP BERPOLARISASI SIRKULAR MENGGUNAKAN FRONT-END PARASITIC UNTUK S-BAND TRANSMITTER SISTEM SYNTHETIC APPERTURE RADAR (SAR) PADA SPACE SEGMENT

Praditya Rizky Pratama Putra<sup>1</sup>, Heroe Wijanto<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

## Abstrak

Satelit mikro merupakan satelit berukuran kecil berdimensi  $45 \times 45 \times 27$  cm dengan bentuk kubus memiliki massa sekitar 57 kg [2] dan memiliki fungsi tertentu. Dalam hal ini tujuan dari satelit mikro yang sedang dilakukan riset oleh Tim ITT SAT adalah untuk komunikasi data. Misi satelit mikro pada awalnya adalah sebagai RSPL (Remote Sensing Payload). Namun, untuk generasi kedua ITT SAT direncanakan menggunakan sistem SAR (Synthetic Apperture Radar), yaitu sebuah penginderaan jarak jauh yang menggunakan teknologi radar imaging [B1]. Salah satu komponen penting dalam subsistem komunikasi satelit adalah antena. Antena yang dirancang adalah bagian space segment dari satelit mikro tersebut berfungsi untuk mengirim sinyal data payload hasil penginderaan SAR (Synthetic Apperture Radar) ke ground station. Kemampuan mengatasi efek rotasi Faraday akibat putaran ion yang ada di atmosfer sangat diperlukan oleh antena S-Band Transmitter ini sehingga antena tersebut harus berpolarisasi sirkular [13]. Antena mikrostrip mempunyai gain, bandwidth, dan efisiensi yang rendah. Sehingga, untuk mengatasi kelemahan tersebut, dalam tugas akhir ini dirancang antena mikrostrip susun menggunakan front-end parasitic substrat untuk meningkatkan gain antena [1]. Jarak antara patch dengan front-parasitic dioptimalkan untuk memaksimalkan kopling elektromagnetik dan main lobe antena. Penelitian ini juga mengusulkan penambahan end-parasitic [1], jarak antara ground dan end-parasitic dioptimalkan untuk meminimalkan back lobe antena yang menyebabkan gain antena tersebut meningkat. Antena mikrostrip ini dirancang dengan bantuan perangkat lunak bantu berbasis Finite Integration Technique dengan menggunakan substrat epoxy FR-4 dengan nilai permitifitas bahan 4,4. Antena yang dirancang pada tugas akhir ini menghasilkan polarisasi sirkular ( $AR < 3\text{dB}$ ) dan pola radiasi unidireksional. Antena bekerja pada frekuensi S-Band 2,325 sd 2,375 GHz pada  $VSWR \leq 1,5$  dan  $Gain \geq 7$  dBic dapat terealisasi dengan antena susun front-end parasitic berdimensi  $103 \times 104$  mm. Sedangkan untuk lebar pita  $VSWR$  diperoleh  $\approx 128$  MHz dan untuk lebar pita axial ratio diperoleh  $\approx 60$  MHz. Maka lebar pita yang bekerja atau effective bandwidth pada antena tersebut saat  $VSWR \leq 1,5$  dengan  $AR < 3$  dB adalah  $\approx 60$  MHz.

Kata Kunci : satelit mikro, Synthetic Apperture Radar (SAR), antena mikrostrip, front-end parasitic.

Telkom  
University

### Abstract

Microsatellite, a small micro which has dimensions  $45 \times 45 \times 27$  cm with cubesat form and it has mass of about 57 kg [ 2 ] also has a specific function . In this case, the purpose of the microsatellite research that is being conducted by ITT SAT , is for data communication . The first mission of microsatellite was as RSPL ( Remote Sensing Payload ) but, In 2nd ITT SAT is planned using the SAR system ( Synthetic Apperture Radar ) , which is a remote sensing technology that uses radar imaging [ B1 ] . One of the important components in satellite communications is the antenna subsystem . Designed antenna is part of a micro satellite space segment of the function to send the payload data signal sensing results SAR ( Synthetic Apperture Radar ) to ground stations . The ability to overcome the effects of Faraday rotation due to the rotation of ions in the atmosphere are needed by the S - band transmitter antenna so that the antenna should be circularly polarized . Microstrip antenna has a gain , bandwidth , and low efficiency . Thus, to overcome these weaknesses , in this thesis designed a microstrip antenna using a front-end stacking parasitic substrate to increase the gain of the antenna [ 1 ] . The distance between the front- parasitic patch is optimized to maximize the electromagnetic clutch and the main lobe of the antenna. This study also proposes the addition of end - parasitic [ 1 ] , the distance between the ground and the end - parasitic optimized to minimize the back lobe of the antenna causes the antenna gain increases . Microstrip antenna was designed with the help of the software -based assistive Finite Integration Technique using epoxy FR - 4 substrate with a value of dielectric substrat 4,4 In this thesis, the antenna is designed produces circular polarization (  $AR < 3\text{dB}$  ) with unidirectional radiation pattern . The antenna works on the S - band frequency of 2.325 to 2.375 GHz with  $VSWR \leq 1.5$  and  $\geq 7$  dBic gain can be realized by stacking front-end antenna parasitic dimension  $103 \times 104$  mm . As for the VSWR bandwidth obtained for  $\approx 128$  MHz bandwidth and axial ratio obtained  $\approx 60$  MHz . Then the working bandwidth or effective when bandwidth at the antenna  $VSWR \leq 1.5$  with  $AR < 3\text{dB}$  is around  $\approx 60$  MHz

Keywords : microsatellite, Syntehtic Apperture Radar (SAR), microstrip Antenna, Front-End Parasitic

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi satelit merupakan salah satu produk kemajuan teknologi yang merupakan solusi bagi banyak permasalahan. Masalah komunikasi yang mencakup wilayah geografi yang luas dengan jenis topografi yang menyulitkan bagi pengembangan sistem terestrial, seperti yang dialami Indonesia dengan bentuk kepulauan dapat diselesaikan dengan menggunakan teknologi komunikasi satelit. Sedangkan dalam misi satelit mikro berikut adalah untuk RSPL (*Remote Sensing Payload*), yaitu sebuah muatan yang berfungsi untuk memonitor bumi dari satelit. Untuk lebih spesifik, RSPL yang akan direncanakan menggunakan sistem SAR (*Synthetic Aperture Radar*), yaitu sebuah penginderaan jarak jauh yang menggunakan teknologi radar *imaging*. [Lampiran B1]

Telkom Engineering School d/h IT TELKOM bersama *Aerospace and eXploration Center (AXC)* mengembangkan teknologi satelit berukuran mikro yang biasa disebut *microsatellite* dengan merancang ITT SAT yang akan diluncurkan 2017 nanti. Jenis satelit mikro menjadi pilihan riset karena harga yang relatif terjangkau dan juga karena dimensinya yang tidak terlalu besar. Bentuk yang akan dikembangkan ITT SAT adalah *cubesat* dengan massa sekitar 50 kg.

Satelit mikro yang dirancang akan mengorbit pada lintasan LEO (*Low Earth Orbit*) sekitar 600-1.000 km diatas permukaan bumi. Satelit ini mempunyai fungsi utama untuk keperluan komunikasi data. Pada bagian *space segment* terdapat subsistem SAR sebagai sensor *payload image* yang dapat digunakan untuk aplikasi penginderaan permukaan bumi jarak jauh dan hasil dari penginderaan tersebut diolah dalam sistem SAR yang selanjutnya dikirim melalui antena *S-Band Transmitter*.

Salah satu dari komponen subsistem komunikasi satelit adalah antena, baik di sisi *space segment* dan di sisi *ground station* serta dimensi satelit mikro yang terbatas yaitu sekitar  $50 \times 50$  cm, diperlukan teknik khusus untuk menjadikan dimensi antena satelit agar lebih proporsional, maka dibuatlah suatu antena mikrostrip *front end parasitic (stacked antena)* yang disusun secara *array* dua antena untuk mendapatkan spesifikasi yang dibutuhkan ITT SAT tersebut. Antena yang disusun secara *array* diharapkan dapat menghasilkan *gain* yang besar, namun apabila ditambah lagi dengan *front-end parasitic* maka *gain* tersebut juga akan bertambah, sehingga *gain* yang

didapatkan akan menjadi besar sesuai yang diharapkan kurang lebih  $\geq 7$  dBi dengan tetap memperhatikan HPBW yang dibutuhkan. Sehingga apabila menggunakan antenna *stacked* dapat menjadikan dimensi antenna berkurang namun tetap menghasilkan *gain* yang besar jika dibandingkan dengan menyusun antenna *array* dalam jumlah yang banyak untuk mendapatkan *gain* yang besar. Hal tersebut tentu sangat menguntungkan dengan dimensi yang minimalis tetap mendapatkan *gain* yang besar mengingat ruang antenna pada mikro satelit tidak terlalu besar.

Selain itu, untuk mendapatkan antenna mikrostrip dengan polarisasi sirkular, maka desain awal menggunakan metode *truncated corner* yaitu memotong bagian kedua ujung *patch rectangular*. Perancangan antenna mikrostrip agar mempunyai polarisasi sirkular untuk satelit *S-Band* (2,35 GHz) bertujuan menghindari efek faraday supaya dapat mengatasi propagasi saat menembus atmosfer sehingga tidak terjadi *polarization loss factor*. Selain itu antenna mikrostrip tersebut juga dirancang polarisasi *unidirectional* karena pada system komunikasi satelit antara *space segment* dan stasiun bumi akan menggunakan system *tracking*.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam tugas akhir ini adalah,

1. Merancang susunan dua antenna menggunakan *front-end parasitic* dengan substrat FR 4 berpolarisasi sirkular yang akan diterapkan pada *space segment* satelit mikro
2. Membandingkan parameter antenna mikrostrip *front-end parasitic* dengan antenna mikrostrip konvensional
3. Menganalisis perbandingan antara hasil pengukuran langsung dengan perangkat lunak bantu CST *Microwave Studio 2010* serta merealisasikannya untuk siap digunakan dalam satelit mikro

## 1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah,

1. Bagaimana perancangan susunan dua antenna mikrostrip menggunakan *front end parasitic* substrat FR 4 dengan perangkat lunak bantu CST *Microwave Studio 2010* sesuai dengan spesifikasi satelit yang diinginkan.
2. Bagaimana perbandingan parameter antenna mikrostrip hasil simulasi dengan *front end parasitic* substrat dengan mikrostrip konvensional.

3. Bagaimana hasil perbandingan antara pengukuran langsung dengan perangkat lunak bantu CST Microwave Studio 2010 serta merealisasikannya untuk siap digunakan dalam satelit mikro

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam proposal tugas akhir ini adalah,

1. Tidak membahas satelit secara menyeluruh, hanya fokus pada perancangan dan pembuatan antena serta analisis penggunaannya pada *space segment* satelit mikro.
2. Antena yang digunakan adalah *patch array rectangular*  $1 \times 2$ .
3. Substrat yang digunakan adalah *Epoxy FR-4*, karena dengan menggunakan substrat tersebut sudah cukup menghasilkan spesifikasi parameter antena yang dibutuhkan.
4. Menggunakan *software* simulasi CST 2010
5. Parameter pengukuran antena,
  - a. Frekuensi kerja
  - b. VSWR
  - c. *Gain*
  - d. Pola radiasi
  - e. Polarisasi
6. Pengukuran tidak dilakukan pengukuran pada sistem, seperti uji getar, uji suhu, dll.

#### 1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut,

1. Studi Literatur  
Pemahaman konsep dan teori yang digunakan melalui pengumpulan literature berupa buku referensi, jurnal, serta artikel yang berkaitan dengan kasus yang sedang diangkat untuk mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Simulasi dan Perancangan  
Proses perancangan antena menggunakan perangkat lunak bantu *CST Microwave Studio 2010* untuk memudahkan dalam proses perhitungan serta memperoleh ukuran antena yang ideal. Setelah dilakukan simulasi kemudian antena dirancang dalam bentuk fabrikasi.
3. Pengukuran

Proses pengukuran dilakukan dua kali yaitu pengukuran *indoor* untuk mengukur *VSWR*, *return loss*, serta impedansi dan untuk pengukuran *outdoor* untuk mengukur polarisasi, polarisasi, serta *gain*.

#### 4. Analisis

Analisis dilakukan setelah proses perancangan realisasi dan pengukuran dilakukan yang akan membandingkan hasil pengukuran dengan hasil simulasi

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab, yaitu

#### 1. Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang pembuatan Tugas Akhir perumusan, batasan masalah, tujuan penulisan, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan

#### 2. Bab II Dasar Teori

Bab ini berisi tentang konsep dan teori antena yang berhubungan dengan pembuatan antena *front end parasitic*

#### 3. Bab III Perancangan

Bab ini dibahas tentang perancangan antena mikrostrip dengan menggunakan perangkat lunak bantu *CST Microwave Studio 2010*.

#### 4. Bab IV Verifikasi Hasil dan Analisis

Bab ini berisi tentang verifikasi hasil akhir dari simulasi yang dihasilkan serta dilakukan analisis dan berisi tentang pengukuran antena serta analisis berdasarkan perbandingan hasil yang didapat dari hasil simulasi dengan hasil pengukuran.

#### 5. Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas tentang kesimpulan serta saran yang dapat ditarik dari pembuatan Tugas Akhir ini dan kemungkinan pengembangan dengan topik yang bersangkutan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh proses perancangan dan realisasi antenna mikrostrip susun *front end parasitic*, adalah sebagai berikut.

1. Semua parameter antenna diantaranya VSWR, *bandwidth*, dan polarisasi memenuhi spesifikasi perancangan awal antenna dan hasilnya tidak jauh berbeda dengan hasil simulasi, sehingga antenna tersebut layak digunakan sebagai *S-Band Transmitter Synthetic Apperture Radar (SAR)*.
2. Untuk *bandwidth* VSWR  $\leq 1,5$  adalah di frekuensi 2,3079 sd 2,4364 GHz sebesar 128 MHz dan untuk *bandwidth* AR  $< 3$  dB adalah di frekuensi 2,3166 sd 2,3765 GHz sebesar 60 MHz. Oleh karena itu *effective bandwidth* yang bekerja pada antenna tersebut adalah saat VSWR  $\leq 1,5$  dan saat AR  $< 3$  dB yaitu sebesar 60 MHz.
3. *Beamwidth* yang dihasilkan belum memenuhi spesifikasi  $70^{\circ}$ , hasil pengukuran dan simulasi hanya didapat *beamwidth* sekitar  $60^{\circ}$  maka hasil ini akan mengakibatkan berkurangnya luas cakupan yang diinginkan. Hal yang sama juga terjadi *gain* antenna yang menghasilkan sekitar 0.56 dBic lebih kecil dari spesifikasi awal.
4. Teknik pemotongan kedua sisi ujung *patch* persegi sebesar  $45^{\circ}$  atau yang dikenal dengan teknik *truncated*, dapat mengubah polarisasi *patch* rectangular yang seharusnya memiliki polarisasi linier menjadi polarisasi sirkular dan dengan ditambahkan teknik slot lingkaran akan lebih mempermudah menghasilkan polarisasi sirkular.
5. Teknik *front end parasitic* atau antenna *stacked* dengan celah udara dapat meningkatkan *gain* sekitar 2 dBic serta *bandwidth* sekitar 22,62 % dari perancangan tanpa dilakukan teknik *front end parasitic* (antenna susun konvensional). Dengan kata lain metode ini dapat meningkatkan *gain* dan *bandwidth* selain metode antenna susunan yang mana mempunyai kekurangan dimensi yang luas, namun dengan metode *front end parasitic* ini dapat mengurangi dimensi antenna.

## 5.2 Saran

Untuk mendapatkan performansi antena yang lebih baik pada perancangan berikutnya, terdapat beberapa hal yang bisa dijadikan saran dan sebagai bahan pertimbangan antara lain:

1. Perlu melakukan pengkajian ulang terhadap teknik lain untuk mendapatkan lebar berkas atau *beamwidth* yang lebar.
2. Perhatikan kepresisian antena saat fabrikasi, dalam kasus ini adalah bagian jarak *front end parasitic*. Karena kepresisian berpengaruh pada hasil pengukuran antena. Agar jarak antar *front end parasitic* tidak berubah, dapat dilakukan pemberian lem yang tidak bersifat konduktor.
3. Mendapatkan *datasheet* bahan atau *substrat* yang ada di pasar maupun di pabrik agar tidak terjadi kesalahan dalam pencetakan
4. Lakukan pengukuran di tempat yang mendekati ideal. Hindari tempat-tempat yang banyak pantulan sinyal lain karena data yang didapat akan tidak akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Supriyanto, Toto.Wibisono, Gunawan, dkk. "*Peningkatan Gain Antena Mikrostrip Lingkaran Menggunakan Front-End Parasitik Substrat untuk Aplikasi LTE*". Prosiding SMAP 2012
- [2] Karnanto, Toto Kadri, Sadewo, Adi Salatun. Indonesian LAPAN TUBSat Microsatellite Development. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
- [3] Fauzi,Ahmad, "*Antena Mikrostrip Slot Lingkaran Untuk Memperlebar Bandwidth Dengan Teknik Pencatutan Coplanar Waveguide Pada Frekuensi 2,3 GHz*".Tugas Akhir Universitas Indonesia.2010
- [4] Ramesh,G, Bratiash, Prakash, "*Microstrip Antena Design Handbook*", Artech House, London, 2000
- [5] V. Rajya Lakshmi1, M. Sravani 2, G.S.N.Raju, "*Parametric Study of a Novel Stacked Patch Antena*". International Journal of Advances in Engineering & Technology, Jan 2012.
- [6] Prasetyo, Agus Dwi. 2013. "Perancangan Dual Antena Polarisasi Sirkular RHCP-LHCP untuk Circularly Polarized Synthetic Apperture Radar Onboard Microsatellite ( $\mu$ SAT CP-SAR). Institut Teknologi Telkom
- [7] <http://www.antena-theory.com/definitions/axial.php>. Diakses 18 Mei 2013
- [8] Balanis, Constantine A. 2005. "*Antena Theory Analisis and Desain 3<sup>rd</sup> edition*". United Stated: Wiliey InterScience
- [9] Halim, Mohd Aly Rajaiebin., Puan Elfarizanis bt Baharudin. "*Design of Single Feed Circularly Polarized Microstrip Antena Using Truncated Corner Method*". Universitas Teknologi Tun Hussein Onn
- [10] Rina,Hapsari Natalia. 2013. "*Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Rectangular Wideband Pada Frekuensi 2,3 – 2,39 GHz untuk LTE dengan Celah U dan Teknik Perturbasi*". Institut Teknologi Telkom
- [11] Hidayatullah, Arif. 2013. "*Perancangan dan Realisasi Antena Reflektor Parabola dengan Feed Point Heliks Untuk Stasiun Bumi Satelit Nano IINUSAT-1*". Institut Teknologi Telkom
- [12] Chumming I.G, H.W Wong. 2005. "*Digital Processing of Synthetic Apperture Radar*". Artech House
- [13] Sri Sumantyo, J.T, et.al. 2010. "*Development of Circularly Polarized Synthetic Apperture Radar on Board Microsatellite*". Chiba University
- [14] Nirun, K, N. Chalermopol and T.Taspong. 2001.Parametric Study of the Rectangular Microstrip Antenna with Air Gap. R&D Journal. 24(2): 131-142