

## **TUGAS AKHIR**

# **PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP POLARISASI LINGKARAN PATCH BUJUR SANGKAR MENGGUNAKAN SALURAN COUPLING PROXIMITY UNTUK KOMUNIKASI SATELIT**

DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK MENYELESAIKAN PROGRAM STRATA SATU (SI)

PADA FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ELEKTRO

UNIVERSITAS DARMA PERSADA



Disusun oleh:

**Nama : AGUS PURNOMO**

**NIM: 08210904**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ELEKTRO**

**UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

**JAKARTA**

**2011**

## LEMBARPERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **AGUS PURNOMO**  
NIM : **08210904**  
Judul Tugas Akhir : **PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP  
POLARISASI LINGKARAN *PATCH* BUJUR  
SANGKAR MENGGUNAKAN SALURAN  
*COUPLING PROXIMITY* UNTUK KOMUNIKASI  
SATELIT**

Menyatakan bahwa tugas akhir yang saya tulis ini dibawah bimbingan Bpk. M. Darsono, ST. MT, bukan merupakan hasil jiplakan ataupun karya orang lain, dan isi tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Demikian pernyataan ini saya tulis dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, Juli 2011



**Agus Purnomo**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP POLARISASI LINGKARAN *PATCH*  
BUJUR SANGKAR MENGGUNAKAN SALURAN  
*COUPLING PROXIMITY* UNTUK KOMUNIKASI SATELIT**

Oleh:

**AGUS PURNOMO**

**08210904**

Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik Jurusan Elektro  
Universitas Darma Persada

**Disahkan Oleh**



**M. Darsono, ST. MT**

PJS Ketua Jurusan Teknik Elektro



**M. Darsono, ST. MT**

Pembimbing Tugas Akhir



**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA  
JAKARTA**

**2011**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena hanya dengan Ridhlo dan Karunia-Nya lah Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik. Tidak lupa penulis menghaturkan ucapan terima kasih kepada:

**M.Darsono,ST.MT**

selaku dosen pembimbing yang telah berkenan untuk meluangkan waktu, memberi pengarahan dan memotivasi, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Jakarta, Agustus 2011

**Agus Purnomo**

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan baik.

Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) teknik elektro telekomunikasi Universitas Darma Persada.

Pada kesempatan ini, penulis tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan semua fasilitas serta pengarahan-pengarahan yang diberikan kepada penulis selama melaksanakan penyusunan tugas akhir ini, yaitu Kepada Yang Terhormat:

1. Bapak M. Darsono, ST, MT selaku dosen pembimbing tugas akhir dan ketua Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Ir. Agus Sun Sugiarto, MT selaku dosen dan PUREK Universitas Darma Persada.
3. Seluruh dosen dan staf fakultas teknik Universitas Darma Persada yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
4. Indah Puspita Dewi dan Queensha Aqilah Syahidah, untuk Inspirasi Kehidupannya, karena semua kulakukan *demi kau dan si buah hati*.
5. Mamak, Bapak, Mamah, Ayah (alm) dan saudara tercinta yang telah mencurahkan kasih dan sayangnya.

6. Keluarga yang telah memberikan bantuan dan dorongan baik berupa materi ataupun moril sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
7. Kepada sahabatku (Gun gun, dendi, aziz, dan edar) yang telah memberikan dukungannya dalam penulisan tugas akhir ini.
8. Kepada teman –teman Fakultas Teknik UNSADA yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk pengembangan dan perbaikan, sehingga penulis dapat mempersembahkan hasil yang lebih baik lagi untuk kedepannya.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat berguna untuk pembacanya. Selamat membaca dan penulis ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jakarta, Agustus 2011

Penulis

## ABSTRAK

Rancang bangun antenna mikrostrip *patch* bujur sangkar dengan polarisasi melingkar ini menggunakan teknik *Coupling Proximity* dikembangkan untuk sistem komunikasi satelit. Satelit Mikro LAPAN-TUBSAT adalah sebuah satelit mikro pertama yang dimiliki dan diluncurkan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Satelit Mikro digunakan untuk pengiriman data hasil pencitraan ke stasiun bumi milik LAPAN, dan satelit mikro ini beroperasi pada frekuensi S-band antara 2,2 GHz – 2,3 GHz.

Pengembangan teknologi antenna mikrostrip sangat mendukung untuk beroperasi pada frekuensi *microwave*. Struktur sebuah antenna mikrostrip terdiri dari sebuah *patch* dan sebuah saluran transmisi, dan secara karakteristik memiliki bandwidth dan gain yang rendah. Dimensi sebuah *patch* berhubungan dengan nilai daripada frekuensi resonansi atau frekuensi center dari frekuensi operasinya. Sedangkan untuk dimensi sebuah saluran transmisi mikrostrip ditentukan pada lebar saluran yang menyesuaikan dengan karakter impedansinya.

Ada beberapa teknik pencatutan untuk perancangan antenna mikrostrip yang bisa digunakan antara lain; *microstrip line*, *coaxial probe*, *coupling aperture* dan *coupling proximity*. Untuk pencatutan *coupling proximity* digunakan dua lapisan *substrate* dimana lapisan pertama sebagai dimensi sebuah *patch* dan lapisan yang kedua digunakan sebagai saluran transmisi. Propagasi gelombang dari pencatutan ini memanfaatkan medan radiasi dari arus yang masuk ke saluran transmisi yang ditangkap oleh *substrate media patch*. Untuk karakteristik sebuah antenna terukur dari nilai parameter maupun sifat propagasinya. Dalam hal ini seperti : *Bandwidth*, *VSWR*, *Radiation Pattern*, *Polarisasi* dan *direktiviti*.

Sebuah *stub line* merupakan bagian daripada fungsi dari impedansi yang *matching* antara saluran dan beban. *Stub* mampu untuk meng-eliminasi refleksi akibat perbedaan impedansi beban dengan impedansi gelombang. Yang prinsip kerjanya adalah menyisipkan sebuah rangkaian *matching* di antara beban dan saluran transmisi yang akan dipasangkan dimana posisi letaknya dapat dilakukan secara seri atau paralel.

Untuk perancangan antenna mikrostrip dilakukan melalui dua metode yaitu simulasi dan pengukuran. Sebagai media perancangan material *substrate* adalah jenis RT duroid 5880. Metode simulasi merupakan aplikasi dari perancangan dan metode moment dengan aplikasi perangkat lunak *Microwave Office 2004*. Validasi hasil nilai ukur dari simulasi dilakukan pengukuran di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Indonesia (FTUI). Dari hasil pengukurannya diperoleh parameter antara lain seperti: *bandwidth* dari *return loss* dibawah 10 dB, *VSWR* dibawah 2 dan axial ratio dibawah 3 dB. Dari beberapa parameter terdapat beberapa pergeseran nilai seperti rentang *Bandwidth Return Loss* saat simulasi 13,14 dB – 26,4 dB sedangkan pada saat pengukuran menjadi 13,03 dB – 42,42 dB. Namun demikian pergeseran-pergeseran nilai pada pengukuran tersebut secara keseluruhan masih berada dalam target yang diharapkan.

Hasil akhir dari tugas perancangan ini adalah *prototype* sebuah antenna mikrostrip yang bersifat minimalis dan *compact*.

**Kata kunci :** *Antena mikrostrip, Patch bujur sangkar, Coupling Proximity, Polarisasi melingkar, S-band.*

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR SIMBOL .....	xv
BABI      PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Tujuan .....	2
1.3    Batasan Masalah .....	3
1.4    Metodologi Penelitian .....	3
1.5    Sistematika Penulisan .....	4
BAB II    TEORI DASAR ANTENA MIKROSTRIP .....	5
2.1    Antena Mikrostrip .....	5
2.2    Model Cavity .....	6

2.3	Elemen Peradiasi Antena .....	8
2.3.1	Patch Radiator Bujur Sangkar.....	8
2.4	Saluran Transmisi.....	10
2.4.1	Saluran Mikrostrip .....	11
2.4.2	VSWR.....	12
2.4.3	Matching Impedance.....	13
2.4.4	Konstanta Effektif Permittivitas Dielektrikum Relatif .....	15
2.4.5	Karakteristik Impedansi .....	16
2.5	Feeding Technique.....	17
2.5.1	Mikrostrip Line Feed.....	17
2.5.2	Coaxial Feed .....	17
2.5.3	Saluran Aperture Coupled.....	18
2.5.4	Saluran Coupling Proximity .....	18
2.6	Teknik Catu Tunggal Polarisasi Lingkaran .....	20
2.7	Parameter Antena Mikrostrip .....	20
2.7.1	Bandwidth .....	20
2.7.2	Return Loss .....	21
2.7.3	Input Impedance .....	22
2.7.4	Axial Ratio .....	22

### BAB III PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP

	PATCH BUJUR SANGKAR .....	24
3.1	Dasar Perancangan Antena .....	24

3.2	Spesifikasi Antena .....	24
3.3	Peralatan dan Instrumentasi .....	25
3.3.1	Peralatan Perangkat Lunak .....	26
3.3.2	Perangkat Pengukuran .....	26
3.4	Perancangan Antena Elemen Tunggal .....	27
3.4.1	Prosedur Perancangan Metode Simulasi .....	28
3.4.2	Perancangan Patch Radiator Antena .....	28
3.4.3	Perancangan Saluran Transmisi .....	29
3.4.4	Perancangan Antena dengan Aplikasi Microwave Office .....	30
3.5	Pabrikasi dan Pengukuran Antena .....	36
3.5.1	Pengukuran Port Tunggal .....	37
BAB IV	ANALISA PARAMETER ANTENA .....	40
4.1	Antena Mikrostrip Elemen Tunggal .....	40
4.2	Parameter Hasil Simulasi dan Pengukuran .....	41
4.2.1	Bandwidth .....	41
4.2.2	VSWR .....	42
4.2.3	Impedansi Masukan .....	44
4.2.4	Axial Ratio .....	45
4.2.5	Beamwidth .....	46
4.3	Hasil Pengukuran .....	47
4.3.1	Bandwidth .....	48
4.3.2	Impedansi Masukan .....	51

4.4	Spesifikasi Hasil Perancangan Antena Mikrostrip .....	52
BAB V	KESIMPULAN .....	53
	DAFTAR PUSTAKA .....	54
	LAMPIRAN	
	Curriculum Vitae	



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur antena mikrostrip	4
Gambar 2.2 Distribusi muatan dan arus yang terbentuk pada patch mikrostrip	6
Gambar 2.3 Bentuk dasar patch antena mikrostrip	7
Gambar 2.4 Struktur dari patch bujur sangkar antena mikrostrip	7
Gambar 2.5 Efek <i>fringing patch radiator</i>	8
Gambar 2.6 Hubungan $Z_0$ terhadap $Z_L$	9
Gambar 2.7 Saluran Transmisi Mikrostrip	10
Gambar 2.8 Rangkaian Matching Impedance	12
Gambar 2.9 Rangkaian Stub Tunggal Paralel	12
Gambar 2.10 Rangkaian Stub Tunggal Seri	13
Gambar 2.11 Mikrostrip Line Feed	16
Gambar 2.12 Probe makan Mikrostrip Rectangular Patch Antena	17
Gambar 2.13 Saluran Aperture Couple	18
Gambar 2.14 Teknik Proximity Coupled	19
Gambar 2.15 Tipe Polarisasi Melingkar dengan melakukan pemotongan dua sudut	20
Gambar 2.16 Rentang frekuensi yang menjadi bandwidth	20
Gambar 2.17 Polarisasi yang terkait dengan Axial Ratio	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Simulasi	27
Gambar 3.2 Dimensi Patch Bujur Sangkar	28

Gambar 3.3	Analisa lebar saluran dengan impedansi karakteristik $50 \Omega$	29
Gambar 3.4	Proses menentukan ukuran substrat dan cell substrat	30
Gambar 3.5	Proses menentukan nilai dielektrik layer	30
Gambar 3.6	Proses menentukan boundaries	31
Gambar 3.7	Patch bujur sangkar pada simulasi software MWO	31
Gambar 3.8	Saluran Transmisi	32
Gambar 3.9	Saluran dengan penambahan stub	33
Gambar 3.10	Diagram alir perancangan antena elemen tunggal	33
Gambar 3.11	Diagram alir pabrikan dan pengukuran antena	35
Gambar 3.12	Port ukur Network Analyzer	37
Gambar 4.1	Konfigurasi Perancangan Antena Mikrostrip	39
Gambar 4.2	Grafik Return Loss terhadap terhadap frekuensi elemen tunggal hasil simulasi	40
Gambar 4.3	Grafik VSWR terhadap frekuensi elemen tunggal hasil simulasi	42
Gambar 4.4	Grafik Smith Chart impedansi masukan	43
Gambar 4.5	Grafik axial ratio terhadap frekuensi	44
Gambar 4.6	Bentuk pola radiasi	45
Gambar 4.7	Bentuk Polarisasi	46
Gambar 4.8	Antena mikrostrip hasil pabrikan	47
Gambar 4.9	Grafik return loss hasil pengukuran	48
Gambar 4.10	Grafik VSWR hasil pengukuran	49
Gambar 4.11	Grafik impedansi masukan hasil pengukuran	50

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Parameter antena mikrostrip	24
Tabel 3.2 Spesifikasi substrat mikrostrip	25
Tabel 4.1 Spesifikasi dimensi konfigurasi perancangan antena	39
Tabel 4.2 Karakteristik antena mikrostrip	50



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
$\epsilon_r$	konstanta dielektrik relatif	
$\tan \delta$	loss tangent	
$\epsilon_{eff}$	permitivitas dielektrikum relative efektif	
$Z_0$	impedansi karakteristik	$\Omega$
$\lambda_0$	panjang gelombang di udara	cm
$\lambda_g$	panjang gelombang guide	cm
$\alpha_c$	attenuation conductor	$db/\lambda_g$
$f$	frekuensi	Hz
$w$	width conductor	cm
$R$	resistor	$\Omega$
$f_r$	frekuensi resonansi	Hz
$c$	kecepatan cahaya	$m/s$
$\mu_0$	permeability pada ruang vakum	
$\mu_{eff}$	efektif permittivity bahan dielektrikum	
$a_{eff}$	panjang sisi efektif	cm
$h$	ketebalan substrate	cm
$a$	panjang sisi segitiga	cm
$BW$	bandwidth	Hz
$\Gamma_L$	koef esien refleksi	
$Z_m$	input impedansi	$\Omega$
$Z_L$	impedansi beban	$\Omega$
$\beta$	sudut phase	$rad/m$
$\ell$	panjang saluran	m
$G$	gain	dB

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari lebih dari 17.000 pulau besar dan kecil yang terbentang dari Sabang sampai Merauke mengharuskan Indonesia menggunakan satelit bagi keperluan komunikasi dan pemanfaatan antariksa bagi kesinambungan pembangunan nasional dan kemajuan bangsa. Untuk menghadapi tantangan strategis tersebut perlu ditetapkan program pengembangan teknologi satelit mikro. Untuk melaksanakan program tersebut, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) ditunjuk sebagai koordinator untuk menghimpun semua potensi yang ada diseluruh Indonesia.

Kemajuan teknologi komunikasi dengan menggunakan gelombang radio telah memacu perkembangan teknologi dibidang antena. Salah satu jenis antena yang telah lama dikembangkan melalui penelitian-penelitian adalah jenis antena mikrostrip. Antena sebagai salah satu perangkat komunikasi dituntut memiliki dimensi yang kecil dengan kemampuan meradiasi dan menerima sinyal secara baik. Dengan berkembangnya teknologi printed circuit, antena yang sering digunakan dalam penelitian-penelitian adalah antena mikrostrip. Pada tahun 2006 Lapan Indonesia telah meluncurkan satelit mikro yang diberi nama LAPAN-TUBSAT yang merupakan satelit mikro generasi 1, yang dibuat Lapan dengan *Technische University Berlin Engineers*. Posisi orbit satelit mikro terletak pada LEO (*Low Earth Orbit*) diketinggian sekitar 630 Km diatas permukaan bumi dengan sudut inklinasi  $97,9^\circ$  dan waktu periodik 99,039 menit.

Pengorbitan satelit LAPAN-TUBSAT dimanfaatkan untuk kepentingan beberapa aplikasi bagi navigasi, pencitraan jarak jauh, pengumpulan data untuk cuaca, dan survenille. Penggunaan frekuensi S-band untuk komunikasi satelit memungkinkan membuat disain

antena yang mampu beroperasi difrekuensi tersebut. Pemanfaatan teknologi mikrostrip sangat mendukung untuk pengembangan antena pada pemancar satelit.

Satelit LAPAN-TUBSAT tersebut memerlukan spesifikasi antena untuk mendukung komunikasi yang ada di stasiun bumi. Antena adalah suatu bagian yang tidak terpisahkan dari sistem telekomunikasi nirkabel saat ini. Fungsi antena sendiri adalah untuk memancarkan sinyal dan menerima sinyal dari suatu sumber transmisi.

Kebutuhan akan antena semakin lama semakin berkembang sehingga menyebabkan teknologi perancangan antena juga semakin meningkat. Antena mikrostrip adalah suatu konduktor metal yang menempel diatas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan dielektrik. Antena mikrostrip saat ini merupakan salah satu antena yang sangat pesat perkembangannya di dalam sistem telekomunikasi. Sehingga mendapatkan banyak perhatian, baik dari kalangan akademis maupun industri. Perkembangan ini juga didorong dengan semakin meningkatnya kebutuhan design antena yang ringkas dan praktis terutama pada komunikasi nirkabel. Hal ini dikarenakan bahwa antena mikrostrip merupakan jenis antena yang menjanjikan di masa sekarang dan masa depan. Jenis antena ini memiliki beberapa keunggulan terutama pada rancangan antenanya yang tipis, kecil, ringan dan dapat diterapkan ke dalam *Microwave Integrated Circuits* (MICs).

Antena Mikrostrip dapat dibuat dengan berbagai macam bentuk dengan ukuran yang kecil dan compact sehingga menjadi sangat mudah untuk digunakan. Antena dapat dirancang dengan membentuk radiator sekaligus saluran transmisi pendukungnya. Dan untuk aplikasi Satelit Mikro LAPAN-TUBSAT S-band frekuensi resonansi 2,25 GHz.

## 1.2 Tujuan

Membuat permodelan dan *prototype* antena mikrostrip *patch* bujur sangkar menggunakan teknik saluran *Coupling Proximity* dari hasil studi perancangan dengan

karakteristik polarisasi lingkaran yang beroperasi di frekuensi S-band untuk aplikasi satelit mikro.

### 1.3 Batasan Masalah

Rancang bangun antenna mikrostrip untuk aplikasi pemancar pada frekuensi resonansi 2,25 GHz (Satelit Mikrostrip LAPAN-TUBSAT S-band). Antena dirancang dengan menggunakan media *substrate* RT/duroid 5880 dengan ketebalan 1,57 mm dan konstanta dielektrik 2,2. Rancangan antenna dengan bentuk *patch* bujur sangkar, menggunakan teknik saluran *Coupling Proximity*. Penggunaan metode simulasi untuk hasil parameter, antara lain  $\text{return loss} \leq -10\text{dB}$ ,  $\text{VSWR} 1-2$ ,  $\text{axial ratio} \leq 3\text{ dB}$  dan polarisasi lingkaran.

### 1.4 Metodologi Penelitian

#### a. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori umum yang diperlukan melalui buku-buku referensi dan artikel yang berkaitan dengan antenna mikrostrip.

#### b. Simulasi

Melakukan proses perancangan antenna mikrostrip melalui alat bantu *software* dan *hardware*.

#### c. Pabrikasi

Melakukan proses pembuatan antenna

#### d. Studi Laboratorium

Mengadakan pengukuran antenna mikrostrip hasil pabrikasi. Pengukuran dilakukan di laboratorium Universitas Indonesia, menggunakan alat ukur Network Analyzer Hewlett Packard type HP 8753E.

## 1.5 Sistematika Penulisan

### **BAB I : Pendahuluan**

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

### **BAB II : Antena Mikrostrip**

Bab ini berisi tentang uraian teori dasar antena mikrostrip dan parameter-parameter antena mikrostrip.

### **BAB III : Perancangan Antena Mikrostrip Patch Bujur Sangkar**

Bab ini menjelaskan mengenai dasar perancangan antena, spesifikasi *substrate*, peralatan yang digunakan dalam perancangan, saluran *Coupling Proximity*, *patch* radiator bujur sangkar.

### **BAB IV : Analisa Parameter Antena Hasil Simulasi**

Bab ini menjelaskan tentang analisa parameter antena hasil simulasi.

### **BAB V : Kesimpulan**

Bab ini berisikan tentang kesimpulan hasil analisa dan perancangan antena mikrostrip.