

**DESAIN ANTENA MIKROSTRIP JAJARAN GENJANG PITA-C UNTUK  
APLIKASI SENSOR *SYNTHETIC APERTURE RADAR* (SAR)**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Sarjana Sains*



**RURI OKTAVIA  
1201455/2012**

**FISIKA  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2016**

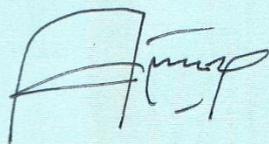
## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Desain Antena Mikrostrip Jajaran Genjang Pita-C untuk Aplikasi Sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR)  
Nama : Ruri Oktavia  
NIM/TM : 1201455/2012  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 04 Mei 2016

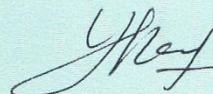
Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Drs. H. Asrizal, M.Si  
NIP. 19660603 199203 1 001

Pembimbing II



Yohandri, M.Si, Ph.D  
NIP. 19780725 200604 1 003

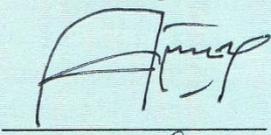
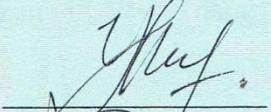
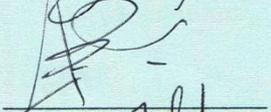
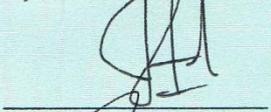
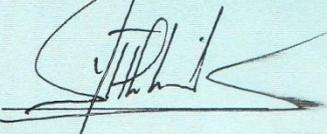
## HALAMAN PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Fisika Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Judul : Desain Antena Mikrostrip Jajaran Genjang Pita-C untuk Aplikasi Sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR)  
Nama : Ruri Oktavia  
NIM/TM : 1201455/2012  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 04 Mei 2016

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Drs. H. Asrizal, M.Si	
2. Sekretaris	: Yohandri, M.Si, Ph.D	
3. Anggota	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si	
4. Anggota	: Drs. Hufri, M.Si	
5. Anggota	: Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si	

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 4 Mei 2016  
Yang Menyatakan,



Ruri Oktavia

## ABSTRAK

### **RURI OKTAVIA: Desain Antena Mikrostrip Jajaran Genjang Pita-C untuk Aplikasi Sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR)**

Teknologi penginderaan jauh menggunakan sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR) merupakan jenis sensor radar menggunakan metode memotret area atau obyek yang diamati. Sensor SAR membutuhkan antena dengan spesifikasi ringan dan sederhana. Antena mikrostrip memiliki keunggulan secara fisik lebih sederhana dan mudah difabrikasi. Bentuk antena mikrostrip jajaran genjang menggunakan pencatuan mikrostrip *line* lebih sederhana dan memiliki lebar pita yang lebih lebar dibandingkan dengan antena mikrostrip bentuk persegi panjang menggunakan pencatuan *proximity coupling*. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan bentuk desain antena mikrostrip jajaran genjang yang mampu bekerja pada frekuensi 5 GHz.

Penelitian ini mensimulasikan desain antena mikrostrip jajaran genjang. Jenis penelitian ini adalah penelitian simulasi. Simulasi dilakukan dengan memvariasikan dimensi antena. Pengaruh dimensi antena terhadap karakteristik antena tersebut digunakan sebagai acuan untuk mendapatkan dimensi antena dan karakteristik antena jajaran genjang untuk aplikasi SAR. Perangkat yang digunakan dalam simulasi ini adalah *software* IE3D dengan jenis substrat Nippon pillar packing (NPC-H220A) yang memiliki konstanta dielektrik 2,17, ketebalan 1,6 mm dan *loss*  $\delta = 0,0005$ .

Dari penelitian ini dapat dikemukakan tiga hasil penelitian. Pertama, ukuran dimensi antena mikrostrip tunggal jajaran genjang menggunakan catuan mikrostrip *line* memiliki panjang radiator  $L = 25,6$  mm, lebar radiator  $W = 26$  mm dan lebar pencatuan  $= 8$  mm. Kedua, semakin besar panjang radiator maka frekuensi kerja antena semakin rendah begitupun sebaliknya. Sementara lebar pencatuan mempengaruhi besar kecilnya impedansi masukan antena yakni semakin besar lebar pencatuan maka impedansi masukannya semakin kecil, begitupun sebaliknya. Ketiga, dimensi antena digunakan untuk menentukan model karakteristik antena yang diinginkan sehingga menghasilkan frekuensi kerja 5 GHz dengan koefisien refleksi -35,33 dB, impedansi masukan  $48,59 \Omega$  dan VSWR sebesar 1,035.

**Kata Kunci:** Antena mikrostrip, Antena jajaran genjang, Teknik catuan mikrostrip *line*, Sensor SAR

## KATA PENGANTAR

Peneliti mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan penelitian ini diselesaikan. Judul dari skripsi ini adalah “Desain Antena Mikrostrip Jajaran Genjang Pita-C untuk Aplikasi sensor *Synthetic Aperture Radar (SAR)*”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara moril maupun secara materil. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. H. Asrizal, M.Si sebagai Pembimbing I yang telah mengarahkan penelitian mulai dari perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan tugas akhir.
2. Bapak Yohandri, Ph.D sebagai Pembimbing II dan juga sebagai Sekretaris Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah mengarahkan penelitian mulai dari perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si, Bapak Drs. Hufri, M.Si, Bapak Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si sebagai tim dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran kepada peneliti.
4. Bapak Drs. Letmi Dwiridal, M.Si sebagai Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi, arahan dan dukungannya kepada peneliti.

5. Ibu Syafriani, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Ketua Program Studi Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
6. Ibu Dr. Hj. Ratna Wulan, M.Si, sebagai Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
7. Kepada seluruh staf pengajar Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah membekali ilmu dan pengetahuan kepada peneliti selama perkuliahan.
8. Kedua orang tua dan semua anggota keluarga yang telah memberikan motivasi baik moril maupun materil.
9. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNP, khususnya rekan-rekan seperjuangan angkatan 2012 yang telah memberikan motivasi dan pengalaman yang berharga selama ini.
10. Semua pihak yang telah membantu peneliti untuk mewujudkan dan menyelesaikan studi yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Peneliti menyadari bahwa dalam tulisan laporan penelitian ini masih terdapat kesalahan dan kelemahan. Untuk itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Peneliti berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi peneliti sendiri maupun bagi pembaca.

Padang, Maret 2016

Peneliti

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.. .....	1
B. Pembatasan Masalah.....	4
C. Pertanyaan Penelitian.....	5
D. Tujuan Penelitian.. .....	5
E. Manfaat Penelitian.. .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Antena Mikrostrip.....	7
B. Teknik Pencatuan.....	9
C. Parameter Antena .....	12
D. Sensor SAR.....	17
E. Frekuensi SAR dan Aplikasi Kerja.....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Jenis Penelitian .....	25
B. Rancangan Antena Mikrostrip .....	26

C. Perangkat Lunak .....	29
D. Variabel Penelitian.....	30
E. Prosedur Penelitian .....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	35
B. Pembahasan .....	54
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	58
B. Saran.. .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Dasar Antena Mikrostrip .....	8
Gambar 2. Beberapa Bentuk Radiator .....	8
Gambar 3. Pencatuan Antena Mkirostrip Persegi Panjang (a) <i>Mikrostrip Line</i> , (b) <i>Proximity Coupling</i> , (c) <i>Aperture Coupling</i> , (d) <i>Coplanar Waveguide (CPW)</i> .....	10
Gambar 4. Distribusi Arus Pada Permukaan Radiator Antena.....	14
Gambar 5. Distribusi Tegangan (U), Arus (I), Impedansi (Z) Pada Radiator.....	14
Gambar 6. Blok Diagram Sensor SAR .....	18
Gambar 7. Cara Kerja Radar .....	20
Gambar 8. Gelombang Radar yang Dipancarkan Satelit.....	21
Gambar 9. Ilustrasi Prinsip Kerja SAR.....	21
Gambar 10. Rancangan Dimensi Antena Mikrostrip Jajaran Genjang.....	26
Gambar 11. Desain Koordinat Dimensi Antena .....	27
Gambar 12. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	32
Gambar 13. <i>Flowchart</i> Simulasi Antena .....	33
Gambar 14. Desain Antena di IE3D dengan Ukuran Dimensi Hasil Perhitungan .....	37
Gambar 15. Desain Antena di IE3D dengan Ukuran Dimensi Hasil Penelitian .....	39
Gambar 16. Hubungan Koefisien Refleksi dengan Frekuensi untuk Variasi Panjang Radiator.....	41
Gambar 17. Hubungan Koefisien Refleksi dengan Frekuensi untuk Variasi Lebar Pencatuan.....	42
Gambar 18. Hubungan VSWR dengan Frekuensi untuk Variasi Panjang Radiator.....	44
Gambar 19. Hubungan VSWR dengan Frekuensi untuk Variasi Lebar Pencatuan .....	45

Gambar 20. Hubungan Impedansi Masukan dengan Frekuensi untuk Variasi Panjang Radiator .....	46
Gambar 21. Hubungan Impedansi Masukan dengan Frekuensi untuk Variasi Lebar Pencatuan .....	47
Gambar 22. Hubungan Penguatan dengan Frekuensi untuk Variasi Panjang Radiator .....	48
Gambar 23. Hubungan Penguatan dengan Frekuensi untuk Variasi Lebar Pencatuan .....	49
Gambar 24. Karakteristik Koefisien Refleksi Antena .....	51
Gambar 25. Karakteristik VSWR Antena .....	52
Gambar 26. Karakteristik Impedansi Masukan Antena.....	53
Gambar 27. Karakteristik Penguatan Antena .....	54

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Desain Koordinat Dimensi Radiator dan Dimensi Pencatuan.....	28
Tabel 2. Desain Koordinat Dimensi Pentanahan.....	28
Tabel 3. Nilai Koordinat Dimensi Radiator dan Pencatu Antena.....	38
Tabel 4. Nilai Koordinat Dimensi Pentanahan .....	38
Tabel 5. Nilai Koordinat Dimensi Radiator dan Pencatu Antena Hasil Penelitian .....	40
Tabel 6. Nilai Koordinat Dimensi Pentanahan Antena Hasil Penelitian .....	40
Tabel 7. Data Nilai Koefisien Refleksi untuk Variasi Panjang Radiator .....	42
Tabel 8. Data Nilai Koefisien Refleksi untuk Variasi Lebar Pencatuan .....	43
Tabel 9. Data Nilai VSWR untuk Variasi Panjang Radiator.....	45
Tabel 10. Data Nilai VSWR untuk Variasi Lebar Pencatuan.....	46
Tabel 11. Data Nilai Impedansi Masukan untuk Variasi Panjang Radiator ....	47
Tabel 12. Data Nilai Impedansi Masukan untuk Variasi Lebar Pencatuan.....	48
Tabel 13. Data Nilai Penguatan untuk Variasi Panjang Radiator.....	49
Tabel 14. Data Nilai Penguatan untuk Variasi Lebar Pencatuan.....	50
Tabel 15. Ukuran Dimensi Antena Mikrostrip Jajaran Genjang Beserta Karakteristiknya .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Nilai Koefisien Refleksi dengan Variasi Panjang Radiator (L) ..	62
Lampiran 2. Nilai VSWR dengan Variasi Panjang Radiator (L).....	64
Lampiran 3. Nilai Impedansi Masukan dengan Variasi Panjang Radiator (L)	66
Lampiran 4. Nilai Koefisien Refleksi dengan Variasi Lebar Pencatuan .....	68
Lampiran 5. Nilai VSWR dengan Variasi Lebar Pencatuan .....	69
Lampiran 6. Nilai Impedansi Masukan dengan Variasi Lebar Pencatuan .....	70
Lampiran 7. Data Variasi Dimensi Antena .....	71
Lampiran 8. Data Hasil Simulasi Karakteristik Antena .....	72
Lampiran 9. Gambar Langkah Simulasi Antena pada Perangkat Lunak IE3D	71

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Sistem penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan suatu teknologi untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena tanpa kontak langsung dengan objek atau fenomena yang diamati (Lillesand & Kiefer, 1994). Indonesia yang memiliki wilayah yang luas dengan berbagai macam sumberdaya alam dan keanekaragaman hayatinya, membutuhkan banyak data satelit penginderaan jauh untuk pemantauan. Kebutuhan data satelit penginderaan jauh bagi Indonesia adalah sangat penting, terutama untuk pemetaan sumberdaya alam, pemantauan lingkungan maupun mitigasi bencana. Akan tetapi dalam operasional pemanfaatan data penginderaan jauh di Indonesia hingga saat ini masih banyak mengandalkan pada satelit penginderaan jauh milik negara asing (Kushardono dkk, 2014). Dalam aplikasinya, teknologi penginderaan jarak jauh menggunakan sebuah sensor.

Berdasarkan jenis sensor yang digunakannya, sistem penginderaan jauh dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu penginderaan jauh menggunakan optik dan penginderaan jauh dengan radar. Penginderaan jauh dengan sensor radar ini sangat cocok diterapkan di Indonesia dibandingkan dengan penginderaan jauh menggunakan sensor optik. Alasannya adalah penginderaan jauh dengan radar dapat menembus awan sedangkan Indonesia merupakan daerah dengan waktu tutupan awan cukup besar yakni hampir 55% (Seze, 2001). Penginderaan jauh dengan radar memanfaatkan gelombang elektromagnetik untuk mengiluminasi

objek dan menerima sinyal pantulan. Teknologi penginderaan jauh dengan radar merupakan suatu alat yang handal dalam mengamati bumi dan menyediakan data dan informasi dengan citra resolusi tinggi untuk target obyek dan permukaan melalui suatu wahana yang bergerak. Penginderaan jauh dengan radar ini memiliki kemampuan untuk beroperasi siang dan malam tanpa tergantung pada kondisi cuaca dan pencahayaan matahari.

Jenis radar yang ada di Indonesia saat ini adalah deteksi radar (*detection radar*), yakni aplikasi radar yang digunakan hanya melakukan pendeteksian, biasanya deteksi radar ini dipasang pada pesawat terbang maupun perkapalan. Saat ini jenis radar yang sangat populer adalah citra radar (*imaging radar*) tetapi belum ada diterapkan di Indonesia. Citra radar merupakan suatu metode memotret area atau obyek yang diamati. Citra radar telah digunakan untuk memetakan bumi, planet, asteroid dan benda angkasa lainnya. Salah satu jenis sensor radar yang menggunakan prinsip pencitraan adalah sensor *Synthetic Aperture Radar (SAR)*.

Sensor SAR merupakan citra radar yang bekerja dengan menggunakan gerak relatif antara antena dan area targetnya. SAR menggunakan prinsip dasar radar yang membuatnya termasuk dalam sensor aktif dimana untuk mendapatkan informasi dari objek yang diamati. SAR harus membangkitkan gelombang mikro untuk ditembakkan kearah objek dan menangkap gelombang pantulan yang terhambur untuk dianalisa perubahan karakteristiknya. Dalam aplikasinya, sensor SAR membutuhkan sebuah antena dengan spesifikasi yang diinginkan. Antena merupakan komponen penting yang sangat menentukan resolusi dan kualitas

gambar yang dihasilkan. Jenis antena yang berkembang dan banyak diminati saat ini adalah antena mikrostrip.

Antena mikrostrip merupakan antena yang tersusun atas bagian lapisan tipis konduktor berbahan metal atau logam diatas sebuah substrat yang dapat merambatkan gelombang elektromagnetik, sedangkan salah satu sisi lain dilapisi konduktor sebagai bidang pentanahan. Antena mikrostrip merupakan antena yang populer pada saat ini karena memiliki keunggulan yaitu secara fisik antena mikrostrip lebih tipis, lebih kecil, dan lebih ringan, biaya pabrikan yang murah, dapat dilakukan polarisasi linear dan lingkaran dengan pencatuan yang sederhana, jika dibandingkan dengan antena lainnya. Dalam perancangan bentuk antena mikrostrip dibutuhkan desain yang sesederhana mungkin tetapi memiliki karakteristik yang bagus.

Pada penelitian sebelumnya Keerthi dkk (2013) telah mengembangkan antena mikrostrip untuk aplikasi radar yang bekerja pada pita-C di frekuensi 5 GHz. Penelitian tersebut menghasilkan bentuk antena persegi panjang. Namun, lebar pita yang diperoleh sangat sempit. Agar mendapatkan lebar pita yang cukup lebar, Umumnya antena mikrostrip yang dirancang menggunakan teknik catuan *proximity coupling*. Teknik catuan *proximity coupling* ini memiliki kekurangan, yakni membutuhkan dua lapisan substrat yang harus disejajarkan dengan tepat dan memiliki ukuran antena keseluruhan yang cukup tebal.

Pada skripsi ini peneliti mendesain dan mensimulasikan antena mikrostrip dengan dimensi peradiasi yang berbentuk jajaran genjang menggunakan teknik catuan mikrostrip *line*. Teknik catuan ini dinilai lebih sederhana dalam

perancangan dan mudah difabrikasi karena memiliki sedikit parameter dan tidak memiliki kompleksitas dari segi pencatuan serta tidak dibutuhkan pembagi daya. Teknik catuan mikrostrip *line* ini hanya terdiri dari satu lapisan, catuan langsung terukir pada radiator sehingga tidak membutuhkan banyak substrat dan tentu saja lebih ringan serta menghemat biaya.

Tujuan peneliti dalam penelitian ini adalah untuk merancang antena yang memiliki dimensi dan teknik pencatuan yang sederhana dan menghasilkan antena yang memiliki lebar pita yang cukup lebar. Perancangan antena mikrostrip jajaran genjang ini menggunakan substrat NPC-H220A dengan frekuensi kerja yang direncanakan dalam rentang pita-C (5 GHz). Rancangan ini menghasilkan sebuah antena yang sederhana dengan ukuran yang kecil, ringan dan mudah dibawa. Antena mikrostrip jajaran genjang ini dirancang untuk aplikasi sensor SAR yang dapat dipasang pada satelit maupun pesawat tanpa awak.

## **B. Pembatasan Masalah**

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan diri peneliti, maka perlu adanya batasan penelitian. Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Simulasi antena yang dirancang merupakan antena tunggal
2. Simulasi desain dimensi antena jajaran genjang dioptimalkan dengan menggunakan *perangkat lunak* IE3D
3. Penelitian yang dilakukan sampai tahap optimasi

### **C. Pertanyaan Penelitian**

Untuk menjelaskan permasalahan dalam penelitian ini dikemukakan beberapa pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana ukuran dimensi dari antena mikrostrip jajaran genjang yang bekerja pada rentang pita-C ?
2. Bagaimana pengaruh variasi panjang radiator dan lebar pencatutan terhadap karakteristik antena mikrostrip jajaran genjang ?
3. Bagaimana karakteristik model antena mikrostrip jajaran genjang untuk aplikasi sensor SAR menggunakan Perangkat lunak IE3D ?

### **D. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan dari masalah-masalah yang telah dijelaskan sebelumnya. Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan ukuran dimensi dari antena mikrostrip jajaran genjang yang bekerja pada rentang pita-C.
2. Menentukan pengaruh variasi panjang radiator dan lebar pencatutan terhadap karakteristik antena mikrostrip jajaran genjang.
3. Menentukan model karakteristik antena mikrostrip jajaran genjang untuk sensor SAR menggunakan perangkat lunak IE3D.

### **E. Manfaat Penelitian**

Setiap kegiatan yang dilakukan tentu memiliki manfaat bagi beberapa pihak. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat pada:

1. Pemerintah pusat ataupun daerah dalam memantau kondisi suatu wilayah.

2. Bidang kajian elektronika dan instrumentasi ataupun jurusan fisika, sebagai acuan pengembangan ilmu dan teknologi yang berkembang sehingga melahirkan ide-ide baru yang lebih inovatif.
3. Peneliti lain, sebagai referensi untuk peneliti lain dalam pengembangan antena untuk radar.
4. Peneliti, sebagai pengembangan diri dalam bidang penelitian fisika dan syarat untuk menyelesaikan program studi Fisika S1.

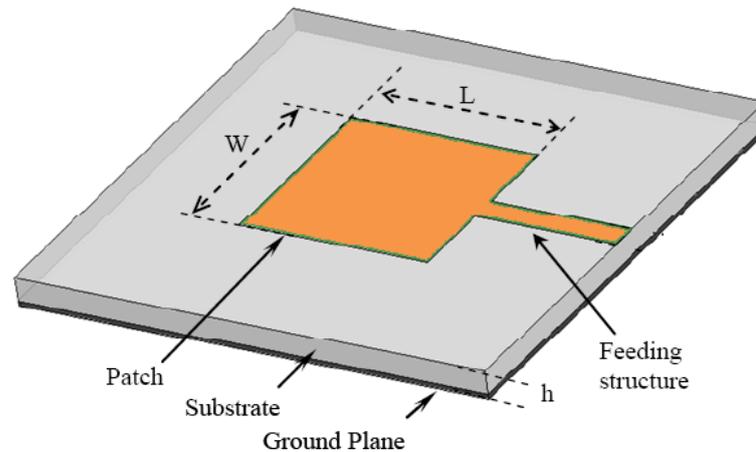
## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Antena Mikrostrip**

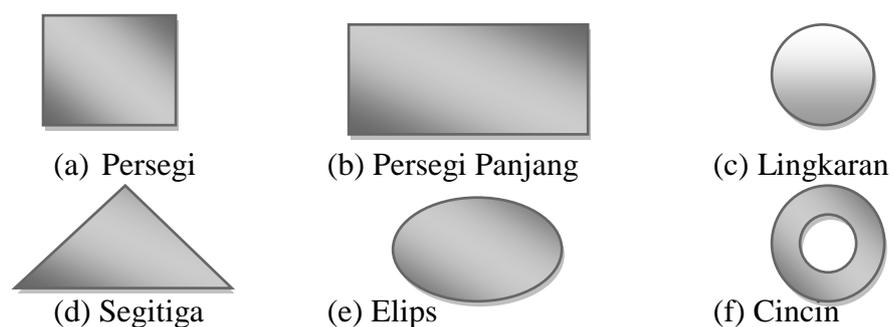
Antena merupakan struktur peralihan antara ruang bebas dan saluran transmisi yang berupa kabel koaksial atau pandu gelombang. Antena berguna untuk menggerakkan energi elektromagnetik dari sumber pemancar ke antena atau dari antena ke penerima. Berdasarkan bentuknya, antena dibedakan menjadi dua, yakni antena pemancar dan antena penerima (Balanis, 2005:1). Dalam perancangan suatu antena, harus memperhatikan beberapa hal, yaitu diantaranya: bentuk dan arah radiasi yang diinginkan, polarisasi yang dimiliki, frekuensi kerja, lebar pita (*bandwidth*), impedansi input yang dimiliki (James dan Hall, 1989).

Antena mikrostrip merupakan antena yang secara fisik terlihat sederhana berbentuk papan (*board*) tipis berupa lempengan PCB dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi (Waluyo, Dyan, 2013:45). Mikrostrip adalah suatu konduktor dari tembaga (*metallic strip*) yang sangat tipis ( $t \ll \lambda$ ) yang terdapat pada satu sisi permukaan substrat dielektrik dan pada sisi lain dari substrat dielektrik juga terdapat lapisan konduktor yang berfungsi sebagai bidang pentanahan (*ground plane*) (Balanis, 1982:188). Antena mikrostrip memiliki keuntungan, diantaranya ringan, tipis dan mudah dalam mempabrikasi. Banyaknya bidang komunikasi maupun perseorangan membutuhkan antena yang kecil dan tipis membuat antena mikrostrip semakin berkembang pesat (Kumar, 2003). Antena mikrostrip tersusun atas 4 elemen yaitu elemen peradiasi (*radiator*), elemen substrat (*substrate*), dan elemen pentanahan (*ground*) dan pencatuan (*feeding*), seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Dasar Antena Mikrostrip (Yohandri, 2012)

Empat bagian dari elemen tersebut akan mempengaruhi hasil keluaran dari sebuah desain antena mikrostrip yang akan dirancang. Elemen peradiasi atau disebut sebagai radiator merupakan lapisan logam yang berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik dan memiliki ketebalan tertentu (Hanafiah, 2008:6). Radiator memiliki bermacam-macam bentuk diantaranya bujur sangkar, persegi panjang, lingkaran, elips, segitiga, dan lain-lain. Gambar 2 menunjukkan beberapa jenis radiator dari antena mikrostrip.



Gambar 2. Beberapa Bentuk Radiator

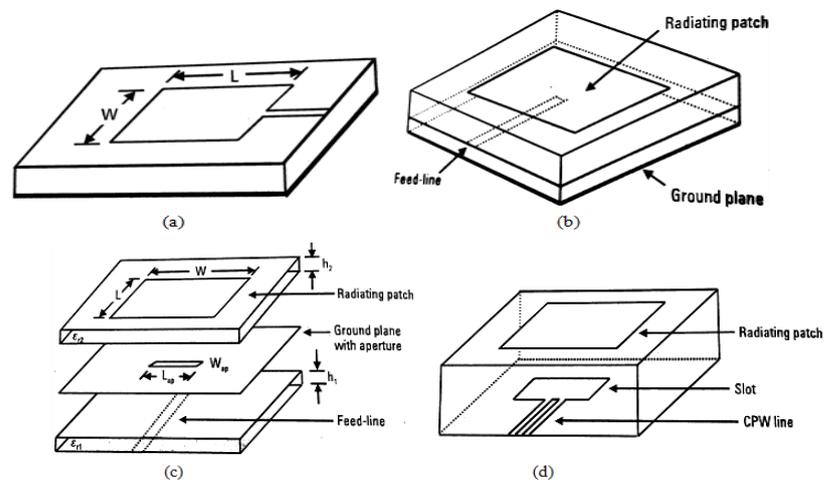
Elemen substrat merupakan bahan dielektrik dari antena mikrostrip yang membatasi radiator dengan elemen pentanahan. Jenis elemen ini bervariasi digolongkan berdasarkan nilai konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) dan ketebalannya ( $h$ ).

Kedua nilai tersebut mempengaruhi frekuensi kerja, lebar pita dan efisiensi dari antenna yang akan dibuat. Ada banyak jenis material yang dapat digunakan dengan berbagai spesifikasi sesuai dengan karakter antenna yang diinginkan. Fungsi substrat antenna mikrostrip terdiri dari 2 macam yakni sebagai listrik dan mekanik. Secara listrik substrat merupakan integral dari garis transmisi, lintasan, dan antenna. Secara mekanik substrat berfungsi sebagai pendukung dari struktur sebuah antenna (Hanafiah, 2013:6).

Elemen pentanahan merupakan lapisan bawah antenna yang berfungsi sebagai bidang pemantulan sempurna dengan mengembalikan energi kembali melalui substrat menuju udara bebas. Secara fisik, elemen pentanahan hampir sama dengan lapisan radiator yakni berupa konduktor tipis. Jenis substrat yang biasa digunakan, diantaranya: epoxy, duroit, dan alumina yang mempunyai konstanta dielektrik (  $\epsilon_r$  ) yang berbeda-beda (Balanis, 2005:105).

## **B. Teknik Pencatuan**

Teknik pencatuan (*feeding*) merupakan parameter desain antenna yang sangat penting. Alasannya adalah teknik pencatuan akan berpengaruh terhadap impedansi masukan dan karakteristik antenna. Ada banyak konfigurasi yang dapat digunakan untuk catuan antenna mikrostrip, namun ada empat teknik pencatuan yang paling banyak digunakan diantaranya adalah pencatuan *mikrostrip line*, pencatuan koaksial, pencatuan *proximity coupling* dan pencatuan *aperture coupling* (Balanis, 2003:813). Ada beberapa teknik pencatuan pada antenna mikrostrip yang ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pencatuan Antena Mikrostrip Persegi Panjang (a) *Microstrip Line*, (b) *Proximity Coupling*, (c) *Aperture Coupling*, (d) *Coplanar Waveguide (CPW)* (Kumar, 2003:6)

Pada Gambar 3 terlihat berbagai bentuk teknik pencatuan pada antena mikrostrip. Keempat teknik pencatuan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, diantaranya sebagai berikut.

### 1. *Microstrip Line*

*Microstrip Line* merupakan salah satu teknik pencatuan yang sederhana dan mudah difabrikasi karena catuan terukir pada substrat yang sama (radiator) dan dapat juga dianggap sebagai radiator tambahan, sehingga struktur keseluruhan tetap planar (Kumar, 2003:5). Keuntungan dari teknik pencatuan ini adalah mudah difabrikasi, memiliki bentuk yang lebih sederhana, lebih tipis dan ringan akibat menggunakan hanya satu lapis substrat yang mana catuan dihubungkan langsung ke radiator. Catuan ini biasanya juga dikatakan sebagai radiator tambahan tetapi lebar dimensi catuan lebih kecil dibandingkan dengan dimensi radiator. Namun, teknik ini juga memiliki kekurangan, yakni adanya gelombang permukaan dan peningkatan radiasi yang tidak diinginkan (Balanis, 2005:813).

## 2. *Proximity Coupling*

*Proximity Coupling* biasa dikenal juga dengan *electromagnetic coupling* merupakan teknik pencatuan yang terletak diantara bidang radiator dan bidang pentanahan. Konfigurasi dari teknik pencatuan jenis ini adalah menggunakan dua lapisan substrat, yaitu lapisan substrat untuk bidang radiator dan lapisan substrat untuk bidang pencatuan (Kumar, 2003:5). Keuntungan dari teknik pencatuan ini adalah mampu mengeliminasi radiasi pada elemen pencatu (*spurious feed-network radiation*) dan memiliki lebar pita yang lebar. Kekurangan dari teknik pencatuan ini adalah fabrikasi yang cukup sulit karena kedua substrat harus disejajarkan dengan tepat dan teknik pencatuan ini dapat meningkatkan ketebalan antenna secara keseluruhan (Balanis, 2005:815).

## 3. *Aperture Coupling*

*Aperture Coupling* memiliki kesamaan dengan pencatuan *proximity coupling* karena merupakan teknik pencatuan secara tidak langsung. Pencatuan ini terdiri dari dua substrat yang terpisah oleh bidang pentanahan (Balanis, 2005:814). Teknik pencatuan *aperture* memiliki kekurangan dan keuntungan masing-masing. Kekurangan dari teknik pencatuan *aperture* adalah memiliki ketebalan keseluruhan antenna yang cukup besar dan terjadinya radiasi kembali melalui *aperture coupling* di bidang pentanahan yang mana dapat dikurangi dengan menggunakan *aperture* kecil. Disisi lain keuntungan dari pencatuan ini adalah sebagai berikut (Kumar, 2003:152):

- a. Substrat dielektrik yang tebal dapat menghasilkan lebar pita yang tinggi dan saluran pencatu di sisi lain dari bidang pentanahan memiliki substrat dielektrik yang tipis dapat mengurangi kerugian radiasi (*radiation losses*).

- b. Radiasi dari saluran pencatu tidak mengganggu pola radiasi utama, karena kedua substrat dipisahkan oleh bidang pentanahan.
- c. Kelebihan reaktansi antena dapat dikompensasikan dengan memvariasikan panjang dari rangkaian terbuka mikrostrip.
- d. Impedansi masukan mudah dikontrol dengan ukuran, bentuk, dan posisi dari *aperture*.

#### **4. Coplanar Waveguide (CPW)**

Teknik pencatuan *Coplanar Waveguide* (CPW) juga digunakan untuk membangkitkan antena mikrostrip. CPW merupakan teknik pencatuan antena mikrostrip yang mana dalam konfigurasi catuan terukir pada bidang pentanahan. Saluran dibangkitkan oleh sebuah catuan koaksial dan dibatasi oleh slot yang panjangnya antara 0,25 dan 0,29 pada panjang gelombang slot. Kekurangan dari teknik pencatuan CPW ini adalah tingginya radiasi dari panjang slot antena (Kumar, 2003:7).

#### **C. Parameter Antena**

Parameter antena merupakan gambaran kemampuan kerja suatu antena. Kemampuan kerja suatu antena dapat diamati dari parameter-parameter yang dihasilkan oleh antena. Parameter antena menghasilkan karakteristik antena yang merupakan sifat yang mendasari dalam mengetahui kemampuan kerja suatu antena. Karakteristik ini membuktikan antena sudah sesuai dengan standar spesifikasi antena yang baik atau belum. Dalam antena ada beberapa parameter utama yaitu: impedansi masukan, penguatan, lebar pita dan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR). Parameter tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut ini.

## 1. Impedansi Masukan

Impedansi masukan antenna adalah perbandingan antara panjang gelombang konduktor dengan lebar antenna mikrostrip (Waluyo, 2013). Secara matematis impedansi masukan dapat dirumuskan sesuai dengan persamaan (1).

$$Z_{in} = \frac{Z_0^2}{Z_L} \quad (1)$$

Lebar impedansi saluran (  $W$  ) menggunakan persamaan:

$$W = \frac{Z_0}{Z_{in}} \quad (2)$$

$$W = \frac{Z_0}{Z_L} \quad (3)$$

Sedangkan untuk panjang gelombang udara bebas dan panjang gelombang dalam konduktor dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (4)$$

$$\lambda_c = \frac{c}{f} \sqrt{1 - \left(\frac{f_c}{f}\right)^2} \quad (5)$$

dimana:  $Z_{in}$  = Impedansi Masukan (  $\Omega$  )

$Z_0$  = Panjang gelombang dalam konduktor (mm)

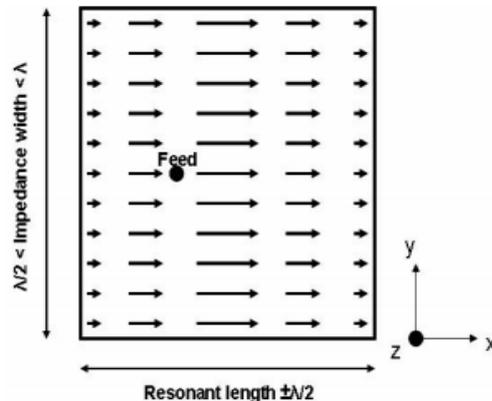
$Z_L$  = Panjang gelombang udara bebas (mm)

$L$  = Radiator antenna (mm)

$t$  = Ketebalan substrat (mm)

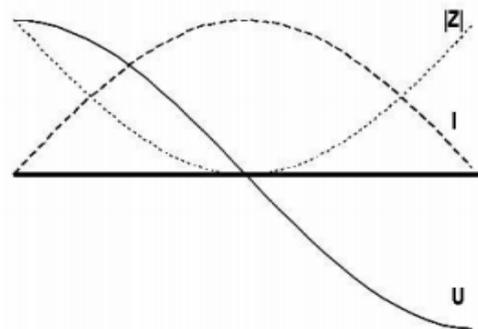
$\epsilon_r$  = Konstanta permitivitas dielektrik relative substrat

Dalam keadaan yang sesuai (*matching*), radiator antenna ditujukan untuk dua hal, yaitu untuk distribusi arus dan tegangan pada radiator serta kemampuan meradiasikan gelombang elektromagnetik (Azizah, 2013). Distribusi arus dan tegangan pada permukaan radiator dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Distribusi Arus Pada Permukaan Radiator Antena

Pada gambar 4 dapat dijelaskan bahwa distribusi arus pada permukaan radiator antena berubah sepanjang permukaan radiator. Arus maksimum berada di tengah radiator dan arus minimum berada di sisi kiri dan sisi kanan radiator. Dimensi radiator dapat dilakukan pendekatan yaitu besarnya panjang radiator sebuah antena adalah  $L = \pm\lambda/2$ . Sedangkan lebar radiator antena dapat dilakukan pendekatan, yakni  $\lambda/2 < W < \lambda$  (Keerthi dkk, 2013).



Gambar 5. Distribusi Tegangan (U), Arus (I), Impedansi (Z) Pada Radiator

Pada Gambar 5 dapat dijelaskan bahwa distribusi tegangan pada permukaan radiator antena bernilai 0 di tengah radiator, maksimum pada sisi kiri radiator dan minimum pada sisi kanan radiator. Sedangkan distribusi impedansi bernilai minimum di tengah radiator dan maksimum di sisi kanan dan sisi kiri pada permukaan radiator antena.

## 2. Penguatan Antena

Penguatan antena (*gain*) adalah parameter antena yang akan mempengaruhi dalam menggambarkan kinerja antena. Penguatan merupakan perbandingan antara intensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima teradiasi secara isotropik. Intensitas radiasi berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara isotropik sama dengan daya yang diterima oleh antena dibagi dengan  $4\pi$ . Pernyataan tersebut dapat membentuk persamaan matematis penguatan absolut seperti dirumuskan pada persamaan (6) (Balanis, 2005:66).

$$\frac{P_{\theta}}{P_{\text{total}}} = \frac{G(\theta)}{4\pi} \quad (6)$$

Selain penguatan absolut terdapat juga penguatan relatif yang merupakan perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dan perolehan daya pada antena referensi dengan arah yang direferensikan. Antena referensi merupakan sumber isotropik yang *lossless*. Penguatan relatif dapat dirumuskan seperti persamaan (7) (Balanis, 2005:66).

$$\frac{P_{\theta}}{P_{\text{total}}} = \frac{G(\theta)}{G_{\text{ref}}} \quad (7)$$

Pada persamaan (6) dan (7) terlihat adanya daya masukan ( ) yang mana perolehan daya tersebut biasanya diperoleh jika arahnya tidak ditentukan dari arah radiasi maksimum antena.

## 3. Lebar Pita

Lebar pita (*bandwidth*) antena merupakan daerah rentang frekuensi antena agar antena dapat bekerja secara efektif. Daerah rentang frekuensi antena dapat ditingkatkan dengan memasukkan unsur radiator tambahan dan substrat frekuensi

resonansi yang sedikit lebih rendah. Lebar pita dapat diketahui dengan menggunakan rumus yang seperti pada persamaan (8) (Balanis, 2005:67).

$$\frac{f_{\text{max}} - f_{\text{min}}}{f_{\text{avg}}} \quad (8)$$

Dimana: = Frekuensi tertinggi

= Frekuensi terendah

= Frekuensi tengah

Lebar pita biasanya diperoleh sebagai selisih rentang frekuensi yang mana VSWR  $\leq 2$  dan koefisien refleksi (*return loss*) pada 9,5 dB atau 11% daya direfleksikan. Beberapa antena untuk aplikasi yang khusus mensyaratkan VSWR  $\leq 1,5$  dan koefisien refleksi pada 14 dB atau 4% daya direfleksikan (Kumar, 2003:12).

#### 4. Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri maksimum ( $V_{\text{maks}}$ ) dengan amplitudo gelombang berdiri minimum ( $V_{\text{min}}$ ) disebut dengan VSWR. Komponen gelombang tegangan pada saluran transmisi ada 2 yaitu tegangan yang dikirimkan ( $V_0^+$ ) dan tegangan yang direfleksikan ( $V_0^-$ ). Perbandingan tegangan yang dikirimkan dengan tegangan yang direfleksikan ini disebut sebagai koefisien refleksi tegangan ( $\Gamma$ ) yang dapat dilihat pada persamaan (9) (Balanis, 2005:100):

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} \quad (9)$$

dengan  $Z_L$  adalah impedansi beban dan  $Z_0$  adalah impedansi saluran *lossless*.

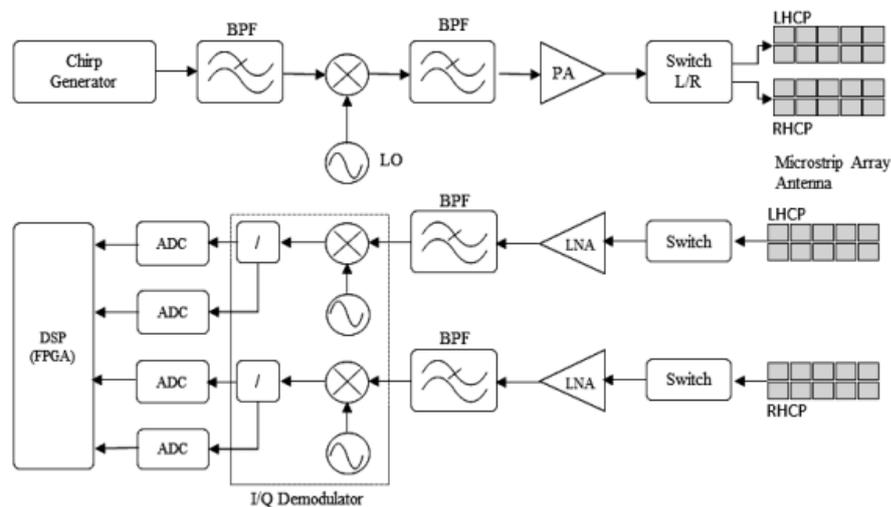
Nilai koefisien refleksi dalam satuan dB dapat dihitung secara matematis sesuai persamaan (10) berikut ini (Azizah, 2013):

$$\Gamma(\text{dB}) = 10 \log \left( \frac{1}{|\Gamma|^2} \right) \quad (10)$$



Persamaan (12) menunjukkan pengaruh ukuran antenna terhadap resolusi citra. Jika ukuran antenna lebih besar maka akan menghasilkan resolusi lebih tinggi. Panjang pulsa yang dipancarkan sensor akan mempengaruhi resolusi untuk elevasi atau resolusi berseberangan. Resolusi yang lebih baik dihasilkan dari pulsa yang dipancarkan lebih pendek (Chan dan Koo, 2008).

Secara umum sensor SAR dibangun oleh blok pemancar (*transmitter*), penerima (*receiver*), dan antenna seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Blok Diagram Sensor SAR (Yohandri, 2013)

Pada Gambar 6 dapat dijelaskan bahwa blok diagram sensor SAR terdiri dari dua, yaitu blok pemancar dan blok penerima. Pada blok pemancar terdapat Pembangkit pulsa (*chirp generator*), filter lolos pita (BPF), osilator lokal (LO), penguatan daya (PA), dan sebuah saklar (*switch*). Disisi lain, blok penerima terdapat penguatan noise rendah (LNA), saklar yang berfungsi untuk mengurangi pengaruh antenna pada pemancar dan penerima, BPF, I/Q demodulator untuk menghasilkan data in-phase and quadrature (phase), analog/digital (A/D) converter dan sebuah memori. Data yang tersimpan dalam memori selanjutnya akan diolah melalui

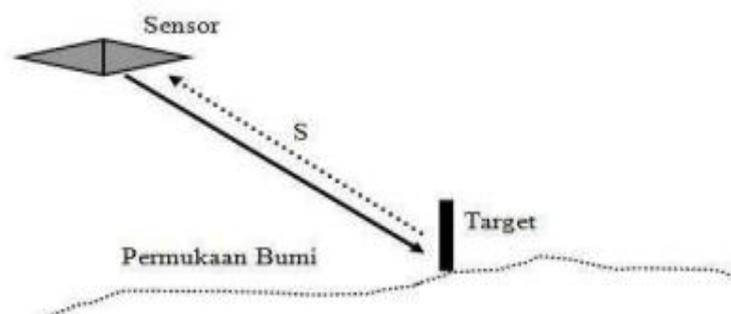
beberapa tahap seperti rentang kompresi, sudut pantul, kompresi azimuth dan sebagainya sehingga dihasilkan gambar SAR. Sementara antenna terdiri atas dua bagian yaitu antenna untuk penerima dan antenna sebagai pemancar. Antenna merupakan komponen yang krusial dalam sistem radar karena dapat menentukan unjuk kerja sistem radar keseluruhan yaitu mendeteksi objek. Data yang dideteksi dari antenna akan diolah melalui pengolahan sinyal kemudian ditampilkan menjadi suatu bentuk gambar yang dapat diinterpretasikan dengan mudah oleh pengguna atau observer (Zulkifli dkk, 2013:56).

Penggunaan SAR untuk penginderaan jauh sangat cocok untuk negara-negara tropis. Dengan pilihan yang tepat dari frekuensi operasi, sinyal microwave dapat menembus awan, kabut, hujan dan curah hujan dengan sangat sedikit pelemahan sehingga memungkinkan operasi dalam kondisi cuaca yang tidak menguntungkan yang menghalangi penggunaan sistem terlihat/inframerah. SAR merupakan sensor aktif yang mempunyai sumber penerangan sendiri, sehingga dapat beroperasi pada siang hari maupun malam hari, mampu menerangi dengan variable sudut tampak dan dapat meliputi cakupan wilayah yang luas. Selain itu, perubahan topografi dapat diperoleh dari perbedaan fasa antara pengukuran menggunakan radar interferometry. SAR dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, seperti eksplorasi minyak, pemetaan geologi, studi ekosistem, hidrologi dan berbagai aplikasi lainnya (Henderson dan Lewis, 1998)..

SAR memanfaatkan prinsip kerja radar, yakni bekerja pada gelombang elektromagnetik berupa gelombang radio dan gelombang mikro. Gelombang radio dan gelombang mikro tersebut dipancarkan ke seluruh permukaan bumi dan pantulannya terdeteksi oleh sistem radar yang selanjutnya digunakan untuk

mendeteksi objek. SAR merupakan sensor penginderaan jauh aktif, dimana iluminasi terhadap target tidak bergantung pada sumber lain sehingga memungkinkan sensor ini bekerja pada siang dan malam hari. Untuk panjang gelombang tertentu, sensor ini dapat menembus hujan dan awan sehingga bisa beroperasi pada berbagai kondisi cuaca (Franceschetti, 1999).

Konsep SAR atau pencitraan radar adalah mengukur jarak dari sensor ke target dengan wahana pesawat terbang atau satelit yang dilakukan ke arah miring (*side looking*). Ukuran jarak tersebut didapat dengan mengukur waktu yang diperlukan gelombang elektromagnetik selama penjalarnya mulai dari sensor sampai ke target dan kembali lagi ke sensor. Cara kerja dari sensor radar dapat kita lihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Cara Kerja Radar (Haniah, 2011).

Gambar 7 menjelaskan bahwa sensor memancarkan gelombang elektromagnetik ke target dan diterima kembali oleh sensor untuk menentukan jarak (S).

Pengukuran jarak antara sensor dengan target menggunakan rumus:

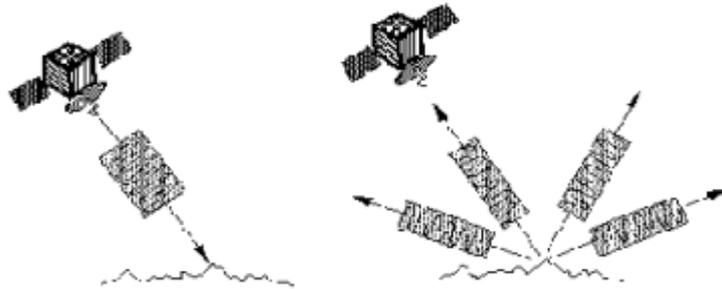
$$— \quad (11)$$

Dimana:  $c$  = Kecepatan cahaya.

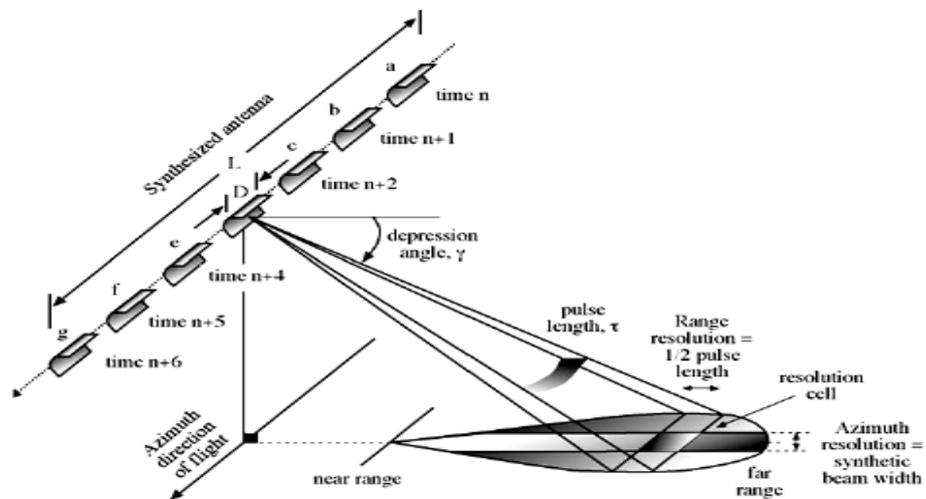
$S$  = Jarak antara sensor dengan target di permukaan bumi.

$\Delta t$  = Waktu tempuh gelombang elektromagnetik.

Pada permukaan bumi, pulsa gelombang radar dipancarkan ke segala arah, sebagian pantulannya diterima kembali oleh sensor. Intensitas dari gelombang pantulan ini sangat lemah dibandingkan ketika dipancarkan. Ilustrasi cara kerja SAR terlihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Gelombang Radar yang Dipancarkan Satelit



Gambar 9. Ilustrasi Prinsip Kerja SAR (Dozier, 2008)

Dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 bahwa setiap pulsa yang dipancarkan dari sensor akan kembali diterima pantulannya pada sistem penerima dan direkam. Gambar 8 menunjukkan gelombang radar yang dipancarkan satelit kemudian dipantulkan kembali ke segala arah oleh permukaan bumi dan sebagian diterima kembali oleh satelit. Sejumlah data yang direkam sepanjang lintasan pesawat akan diolah menggunakan variasi frekuensi Doppler dan demodulasi dengan mengatur

variasi frekuensi pada sinyal yang diterima pada tiap titik dari bumi. Melalui penyaringan sinyal ini akan dihasilkan gambar atau citra dengan resolusi tinggi.

### **E. Frekuensi Kerja SAR dan Aplikasi**

Besar kecilnya panjang gelombang elektromagnetik akan berpengaruh terhadap penetrasi gelombang pada objek di permukaan bumi. Semakin besar panjang gelombang yang digunakan maka semakin kuat daya penetrasi gelombang tersebut (Haniah dan Yudo, 2011). Umumnya imaging radar dioperasikan pada frekuensi antara 1.25 dan 35.2 GHz dan panjang gelombang antara 24 cm dan 0.8 cm. Panjang gelombang sinyal radar menentukan luas (*extent*) yang mana gelombang mikro (*microwave*) dilemahkan (*attenuated*) atau dibubarkan (*disperse*) oleh atmosfer. Panjang gelombang dan frekuensi yang akan digunakan pada sistem radar bergantung pada aplikasi yang akan dikerjakan. Radar menggunakan satu atau lebih jenis pita (*band*) dalam melakukan penginderaan jauh.

Adapun beberapa lebar pita yang umum digunakan dalam penginderaan jauh adalah antara lain:

#### **1. Pita-X**

Pita-X merupakan pita yang bekerja pada range frekuensi antara 8 GHz dan 12,5 GHz dan memiliki panjang gelombang 3,75 cm hingga 2,4 cm. umumnya pita-X dirancang untuk beberapa keperluan yakni untuk aplikasi sebagai mata-mata militer (*military reconnaissance*), aplikasi survey lapangan luas komersil (*Commercial terrain surveys*) dan aplikasi pemetaan gambar (*Image mapping*).

## 2. Pita-C

Pita-C merupakan pita yang bekerja pada range frekuensi antara 4 GHz dan 8 GHz serta memiliki panjang gelombang yakni 7,5 cm hingga 3,75 cm. Adapun beberapa aplikasi dari pita-C antara lain, Penelitian di radar multi-frekuensi untuk studi misi payload (*Research on multi-frequency radar for mission payload studies*), Aplikasi riset untuk Canadian Radarsat satellite dan Pemetaan gambar.

## 3. Pita-S

Pita-S merupakan pita yang memiliki rentang frekuensi antara 2 GHz dan 4 GHz. Sedangkan panjang gelombang pita-S antara 15 cm hingga 7,5 cm. Pita-S ini dirancang untuk berbagai aplikasi, diantaranya: aplikasi survey lapangan luas komersil dan pemetaan gambar.

## 4. Pita-L

Pita-L merupakan pita dengan range frekuensi antara 1 GHz dan 2 GHz. Pita-L ini memiliki panjang gelombang antara 30 cm dan 15 cm. salah satu aplikasi dari pita ini adalah pengujian pada misi pesawat ulang-alik US dan satelit radar (*Tested on US space shuttle mission and Radar satellite*).

## 5. Pita-P

Pita-P merupakan pita yang memiliki frekuensi antara 300 MHz dan 16 Hz. Pita-P memiliki panjang gelombang antara 100 cm dan 30 cm. Salah satu aplikasi dari pita-P adalah pemetaan gambar (*image mapping*).

Dalam penelitian ini, antena yang disimulasikan adalah antena mikrostrip bentuk radiator jajaran genjang yang bekerja pada rentang frekuensi pita-C yakni

frekuensi pusat 5 GHz. Umumnya satelit-satelit yang ada di Indonesia terutama satelit komunikasi menggunakan rentang frekuensi pita-C dalam aplikasinya. Sebab, Indonesia merupakan daerah tropis dan tentu saja seringnya terjadi hujan. Rentang frekuensi dalam pita-C ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan pita-pita yang lain, yakni mampu mengeliminasi gelombang-gelombang kembali akibat dari cuaca buruk. Rentang frekuensi ini juga membuat desain dari antena mikrostrip memiliki dimensi yang kecil, ringan dan mudah dibawa sehingga sangat cocok diaplikasikan pada pesawat tanpa awak maupun satelit.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Penelitian yang dilakukan telah menjawab pertanyaan dari masalah-masalah yang telah diungkapkan sebelumnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa:

1. Ukuran dimensi antena mikrostrip bentuk jajaran genjang yang beroperasi pada rentang pita-C, yakni pada frekuensi pusat 5 GHz yang diperoleh adalah panjang radiator  $L = 25,6$  mm, lebar radiator  $W = 26$  mm, lebar pencatuan  $= 8$  mm, panjang pencatuan  $= 10$  mm, panjang ground  $= 30,6$  mm dan lebar ground  $= 31$  mm.
2. Hasil simulasi desain antena mikrostrip jajaran genjang untuk aplikasi sensor SAR pada frekuensi kerja pita-C (5 GHz) adalah adanya pengaruh panjang radiator terhadap frekuensi kerja antena. Frekuensi kerja antena akan semakin tinggi jika panjang radiator diperkecil, begitu sebaliknya. Frekuensi kerja antena akan semakin rendah jika panjang radiator diperbesar. Sedangkan Lebar pencatuan mempengaruhi besarnya nilai impedansi masukan antena. Impedansi masukan akan semakin besar jika lebar pencatuan diperkecil dan impedansi masukan akan semakin kecil jika lebar pencatuan diperbesar. Hubungan keduanya adalah berbanding terbalik.
3. Model karakteristik antena jajaran genjang pita-C untuk aplikasi SAR menggunakan perangkat lunak IE3D pada frekuensi 5 GHz dengan koefisien refleksi  $-35,33$  dB, nilai VSWR sebesar 1,05, nilai impedansi masukan  $48,58 \Omega$  dan penguatan  $5,50$  dB.

## B. Saran

Berdasarkan pembahasan dari hasil simulasi dan kendala yang dihadapi pada penelitian simulasi ini dikemukakan beberapa saran sebagai berikut:

1. Pemahaman dan studi pustaka seharusnya dilakukan lebih banyak dan lebih lama agar dapat memahami masalah-masalah yang terjadi saat simulasi agar simulasi dapat dilakukan lebih cepat.
2. Pada penelitian berikutnya nilai impedansi masukan pada penelitian ini mungkin bisa menjadi  $50,00 \Omega$  sesuai dengan standar yang diinginkan. Selain itu nilai axial ratio pada penelitian ini bisa menjadi  $\leq 3$  yang dapat diartikan bahwa polarisasi Antena dalam bentuk melingkar.
3. Dengan adanya data simulasi dan karakteristik antena yang telah diperoleh ini antena agar dapat dicetak sehingga dapat dibuktikan kemampuan antena jika digunakan untuk aplikasi sensor SAR.
4. Mahasiswa fisika khususnya Elektronika dan Instrumentasi diharapkan untuk kedepannya lebih banyak lagi yang tertarik dalam pengembangan antena mikrostrip sebagai tugas akhir yang lebih baik dan lebih inovatif lagi.