

4000005591



KAJIAN KESAN PANJANG ANTENA KE ATAS CORAK RADIASI ANTENA  
DWIKUTUB

NUR VIVIANNI BINTI GADIMAN

DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN  
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
DENGAN KEPUJIAN

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM FIZIK DENGAN ELEKTRONIK  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

MAC 2004

PERPUSTAKAAN UMS



1400005591



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN KESAN PANTANG ANTENA KE ATAS CORAK RADIASI ANTENA DWIKUTUB

Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 2001/2002 (MEI)

Saya NUR VIVIANNI GADIMAN

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)\* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sabaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. \*\*Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh

Nur

(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: DIA GADIMAN MARINO  
P/S 50, 89727, MEMBAKIT

Nama Penyelia

Tarikh: 11/03/04

Tarikh: \_\_\_\_\_

CATATAN: \* Potong yang tidak berkenaan.

\*\* Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

10 Mac 2004

Nur  
NUR VIVIANNI BT. GADIMAN  
HS2001-3033



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PERAKUAN PEMERIKSA

DIPERAKUKAN OLEH

1. PENYELIA

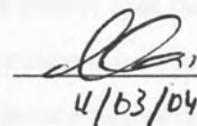
( PROF. DATUK DR. MOHD NOH DALIMIN )

Tandatangan



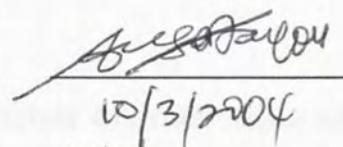
2. PEMERIKSA 1

( EN. ABDULLAH CHIK )

  
4/63/04

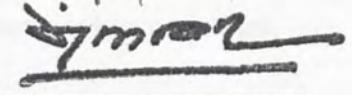
3. PEMERIKSA 2

( DR. JEDOL DAYOU )

  
10/3/2004

4. DEKAN

( DR. AMRAN AHMED )



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## PENGHARGAAN

Ucapan penghargaan ini ditujukan kepada pensyarah-pensyarah UMS, khususnya daripada Sekolah Sains dan Teknologi yang terlibat secara langsung dalam proses pembelajaran. Terutama sekali kepada penyelia saya, Prof. Datuk Dr. Mohd Noh Dalimin yang telah memberikan bimbingan dan teguran yang membina kepada saya dalam perlaksanaan projek ini.

Pada kesempatan ini juga, saya ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada En. Frederick Wong yang telah memberikan tunjuk ajar dan pembantu makmal En. Mohd Yuzwan Abdullah yang sentiasa sudi menawarkan kemudahan dari segi peralatan dan perkhidmatan kepada saya semasa dalam proses perlaksanaan projek ini.

Saya juga amat terhutang budi kepada keluarga tercinta dan rakan-rakan yang sentiasa memberikan sokongan dan pertolongan kepada untuk menyiapkan projek ini.

Ikhlas daripada,  
Nur Vivianni Bt Gadiman

## ABSTRAK

Antena memainkan peranan penting dalam sistem komunikasi tanpa wayar. Dengan adanya antena, penghantaran maklumat dari satu tempat ke satu tempat lain melalui ruang bebas dapat dilaksanakan. Terdapat pelbagai jenis antena dan masing-masing mempunyai ciri-ciri radiasi yang tersendiri. Antena dwikutub merupakan antena yang paling ringkas dan paling umum untuk semua aplikasi. Ia terdiri daripada dua wayar atau rod lurus berkonduktor dengan panjang tertentu dan disambungkan pada satu pusat suap kepada transmitemer melalui paip berongga. Prestasi antena dwikutub ini bergantung kepada panjang antena yang digunakan. Kajian ini dilakukan dengan satu set peralatan seperti antena dwikutub, antena yagi, komputer peribadi lengkap dengan perisian Lab-Volt Data Acquisition and Management for Antennas, janakuasa Radio Frekuensi dan bekalan kuasa antaramuka perolehan data. Perisian Lab-Volt Data Acquisition and Management for Antennas ini membantu mendapatkan output yang dikehendaki iaitu dengan pemplotan secara terus corak radiasi semasa eksperimen dijalankan. Sebanyak lima belas sampel panjang antena dikaji untuk mendapatkan kesan panjang antena terhadap corak radiasi. Setiap panjang antena yang digunakan dalam menghantar dan menerima isyarat akan mempengaruhi bentuk corak radiasi. Setelah corak radiasi diperolehi, lebar radiasi pada kuasa adalah separuh, direktiviti, impedens dan medan jauh dapat ditentukan dan seterusnya prestasi antena pada panjang antena tersebut dapat ditentukan. Panjang antena yang didapati mempunyai corak radiasi yang terbaik adalah pada panjang antena yang tidak melebihi satu panjang lambda.

## ABSTRACT

Antenna play an important role especially in wireless communication system. The presence of an antenna makes the transmission of data from one place to other place through free space possible. There are many types of antenna and each of them has their own radiation properties. Dipole antenna is the simplest one and the most versatile for many applications. It consists of two conductor wires or rods with a length connected at centre feed to transmitter through a transmission line. Performance of this dipole antenna depends on the length of antenna. Study was accomplished with a set of apparatus including dipole antenna, yagi antenna, personal computer with Lab-Volt Data Acquisition and Management for Antennas software, Radio Frequency generator and Data Acquisition Interface Power Supply. Lab-Volt Data Acquisition and Management for Antennas software helps to provide output needed where it plots radiation pattern directly during the experiment. Fifteen samples of antenna length were studied to get the effect of length on radiation pattern. Each antenna length which was used to transmit and receive signal produced different form of radiation pattern. After the resultant radiation patterns were acquired, half-power beamwidth, directivity, impedance, far region were determined and consequently antenna performance were also determined. After the study, the length of antenna that generated the best radiation pattern properties were the length shorter than one lambda.

## KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI FOTO	xii
SENARAI SIMBOL	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 PENGENALAN	1
1.2 OBJEKTIF KAJIAN	3
1.3 SKOP KAJIAN	3
<b>BAB 2 ULASAN KEPUSTAKAAN</b>	<b>4</b>
2.1 ANTENA	4
2.2 MEKANISMA RADIASI	7
2.3 TABURAN CAS PADA ANTENA WAYAR	14
2.4 TEORI ASAS ELEKTROMAGNET	16
2.5 SUMBER MEDAN	18
2.6 GELOMBANG ELEKTROMAGNET	20
2.7 PARAMETER ASAS ANTENA	21
2.8 ANTENA DWIKUTUB	30
<b>BAB 3 BAHAN DAN KAE DAH</b>	<b>35</b>
3.1 PENGENALAN	35
3.2 BAHAN	35



3.3 PERALATAN	35
3.4 KAEADAH	36
<b>BAB 4 HASIL KAJIAN</b>	<b>40</b>
4.1 CORAK RADIASI	40
4.2 ANALISA CORAK RADIASI	72
<b>BAB 5 PERBINCANGAN</b>	<b>74</b>
5.1 KESAN PANJANG ANTENA KE ATAS HPBW	74
5.2 KESAN PANJANG ANTENA KE ATAS DIREKTIVITI	75
5.3 KESAN PANJANG ANTENA KE ATAS IMPEDENS	77
5.4 KESAN PANJANG ANTENA KE ATAS MEDAN JAUH	78
<b>BAB 6 KESIMPULAN</b>	<b>80</b>
6.1 KESIMPULAN	80
6.2 MASALAH KAJIAN	81
6.3 CADANGAN UNTUK MASA HADAPAN	81
RUJUKAN	82
LAMPIRAN	84



## SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka Surat
3.1	Panjang dawai bagi setiap panjang lambda	39
4.1	Nilai-nilai parameter yang diperolehi daripada corak radiasi yang telah diplotkan	72
4.2	Tulangula daripada maklumat korak	74
4.3	Ramalan bantuan bagi statistik teknik	75
4.4	Tulangula radiasi senilai	76
4.5	Sekeluar maklumat teknik	79
4.6	Tulangula dua di separuhnya dengan ukuran masing lima	80
4.7	Cetak maklumat maklumat teknik bersama-sama standard pada saiz yang berbeza	84
4.8	Cetak maklumat 2-D bagi panjang senilai 3/2	85
4.9	Cetak maklumat 3-D bagi panjang senilai 3/2	86
4.10	Cetak maklumat 3-D bagi panjang senilai 2/3	87
4.11	Cetak maklumat 3-D bagi panjang senilai 5/3	88
4.12	Cetak maklumat 3-D bagi panjang senilai 7/3	89
4.13	Cetak maklumat 3-D bagi panjang senilai 4/3	90
4.14	Cetak maklumat 3-D bagi panjang senilai 6/5	91
4.15	Cetak maklumat 3-D bagi panjang senilai 11/8	92
4.16	Cetak maklumat 3-D bagi panjang senilai 3/2	93
4.17	Cetak maklumat 3-D bagi panjang senilai 2/3	94



## SENARAI RAJAH

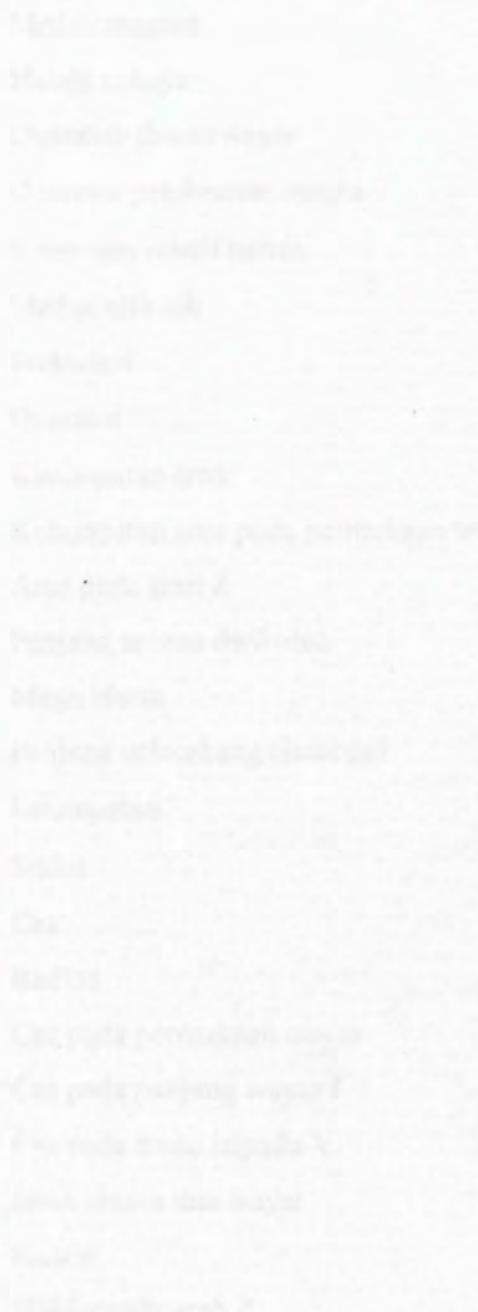
No. Rajah	Muka Surat
2.1 Wayar berkonduktor tunggal	8
2.2 Sumber, transmission line, antena dan pemisahan garisan medan elektrik	11
2.3 Pembentukan dan pemisahan garisan medan elektrik dwikutub	13
2.4 Taburan arus pada dwikutub lurus	16
2.5 Sistem koordinat bagi analisis antena	22
2.6 Ciri-ciri corak radiasi antena	24
2.7 Kawasan medan antena	26
2.8 Taburan arus di sepanjang panjang antena wayar linear	32
2.9 Corak amplitud antena dwikutub dengan taburan arus sinusoidal pada lambda yang berbeza	34
4.1 Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $\lambda/2$	42
4.2 Corak radiasi linear bagi panjang antena $\lambda/2$	43
4.3 Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $\lambda$	44
4.4 Corak radiasi linear bagi panjang antena $\lambda$	45
4.5 Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $3\lambda/2$	46
4.6 Corak radiasi linear bagi panjang antena $3\lambda/2$	47
4.7 Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $\lambda/3$	48
4.8 Corak radiasi linear bagi panjang antena $\lambda/3$	49
4.9 Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $2\lambda/3$	50
4.10 Corak radiasi linear bagi panjang antena $2\lambda/3$	51
4.11 Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $4\lambda/3$	52
4.12 Corak radiasi linear bagi panjang antena $4\lambda/3$	53
4.13 Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $\lambda/4$	54
4.14 Corak radiasi linear bagi panjang antena $\lambda/4$	55
4.15 Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $3\lambda/4$	56
4.16 Corak radiasi linear bagi panjang antena $3\lambda/4$	57
4.17 Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $5\lambda/4$	58

4.18	Corak radiasi linear bagi panjang antena $5\lambda/4$	59
4.19	Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $\lambda/5$	60
4.20	Corak radiasi linear bagi panjang antena $\lambda/5$	61
4.21	Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $2\lambda/5$	62
4.22	Corak radiasi linear bagi panjang antena $2\lambda/5$	63
4.23	Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $3\lambda/5$	64
4.24	Corak radiasi linear bagi panjang antena $3\lambda/5$	65
4.25	Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $4\lambda/5$	66
4.26	Corak radiasi linear bagi panjang antena $4\lambda/5$	67
4.27	Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $6\lambda/5$	68
4.28	Corak radiasi linear bagi panjang antena $6\lambda/5$	69
4.29	Corak radiasi 2-D bagi panjang antena $2\lambda$	70
4.30	Corak radiasi linear bagi panjang antena $2\lambda$	71
5.1	Kesan panjang lambda antena ke atas sudut lebar radiasi	74
5.2	Kesan panjang lambda antena ke atas direktiviti	75
5.3	Kesan panjang lambda antena ke atas impedens	77
5.4	Kesan panjang lambda antena ke atas medan jauh	78

## SENARAI FOTO

No. Foto	Muka surat
----------	------------

3.1 Susunan peralatan yang digunakan dalam projek ini	38
---	----



## SENARAI SIMBOL

$a_z$	Pecutan pada arah Z
A	Luas keratan rentas
B	Medan magnet
c	Halaju cahaya
d	Diameter dawai/wayar
$\partial/\partial t$	Operator pembezaan separa
$\varepsilon$	Ketelusan relatif bahan
E	Medan elektrik
f	Frekuensi
$\nabla$	Operator
J	Ketumpatan arus
$J_s$	Ketumpatan arus pada permukaan wayar berkonduktor yang ideal
$I_z$	Arus pada arah Z
L	Panjang antena dwikutub
MHz	Mega Hertz
$\lambda$	Panjang gelombang (lambda)
$\rho$	ketumpatan
$\phi, \theta, \Theta$	Sudut
Q	Cas
R	Radius
$q_s$	Cas pada permukaan wayar
$q_l$	Cas pada panjang wayar $l$
$q_v$	Cas pada suatu isipadu V
s	Jarak antara dua wayar
v	Halaju
$v_z$	Halaju pada arah Z



V	Isipadu
$\hat{W}$	<i>Instantaneous Poynting vector</i>
$\hat{\mathcal{E}}$	<i>Instantaneous intensiti medan elektrik</i>
$\hat{H}$	<i>Instantaneous intensiti medan magnet</i>
HPBW	Lebar radiasi pada kuasa adalah separuh
D	Direktiviti
$Z_{in}$	Input impedens

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 PENGENALAN

Penyebaran maklumat dari satu tempat ke tempat yang lain pada masa ini dapat dipertingkatkan dengan kewujudan sistem komunikasi. Sistem komunikasi boleh dibahagikan kepada dua kategori major. Dua kategori tersebut adalah sistem yang menggunakan *transmission lines* dan sistem yang bergantung kepada radiasi elektromagnet dengan menggunakan antena sebagai pemancar dan penerima (Collin, 1985). Dua sistem komunikasi tersebut juga dikenali masing-masing sebagai sistem komunikasi dengan wayar dan sistem komunikasi tanpa wayar (Beyda, 1996). Sistem komunikasi tanpa wayar ini adalah sistem yang tidak memerlukan sambungan kepada mana-mana bahan (Hammond, 1997). Dengan kata lain, ia hanya menggunakan medium terbuka iaitu ruang udara.

Penyebaran maklumat yang menggunakan sistem komunikasi tanpa wayar pada hari ini berkembang maju seiring dengan perkembangan dalam bidang sains dan teknologi. Ia juga disebabkan oleh peningkatan keperluan perhubungan yang lebih efektif.

Oleh itu, antena adalah satu alat yang memainkan peranan penting dalam merealisasikan sistem komunikasi tanpa wayar. Pelbagai bentuk antena direka untuk memenuhi keperluan komunikasi. Ciri-ciri yang terdapat pada antena tersebut untuk berfungsi sebagai pemancar dan penerima perlu sesuai dengan keadaan persekitaran.

Antara perkara yang perlu diberi perhatian dalam pemilihan dan pembinaan antena adalah tahap penghantaran dan penerimaan isyarat. Tahap penghantaran dan penerimaan isyarat ini adalah penting untuk memastikan antena yang dipilih berupaya untuk menghantar dan menerima isyarat yang semaksimum yang boleh. Seterusnya sistem komunikasi tanpa wayar yang dibina adalah berjaya dipraktikkan.

Pelbagai aplikasi menggunakan sistem komunikasi tanpa wayar ini. Antaranya adalah seperti dalam penyiaran televisyen dan radio, sistem komunikasi peribadi (Private Communication System), sistem kedudukan global satelit (Global Position Satellite), sistem rangkaian kawasan tempatan tanpa wayar (Wireless Local Area Network), komunikasi bergerak, telefon gelombang mikro atau komunikasi satelit dan banyak lagi.

## 1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Kajian ini bertujuan untuk menunjukkan panjang antena mempengaruhi prestasi antena dwikutub dalam memancar dan menerima isyarat. Corak radiasi yang dihasilkan oleh setiap panjang antena diplotkan untuk melihat kesan langsung akibat panjang antena yang digunakan. Daripada corak radiasi yang dperolehi, sudut lebar radiasi pada kuasa adalah separuh (*half power beam width*) dapat ditentukan. Seterusnya penentuan direktiviti dan impedens bagi antena tersebut. Selain itu, medan jauh bagi antena juga ditentukan.

## 1.3 SKOP KAJIAN

Skop kajian adalah melibatkan kajian yang hanya dilakukan ke atas antena dwikutub. Kesan panjang antena dikaji hanya melibatkan parameter antena yang tertentu iaitu corak radiasi, sudut lebar radiasi pada kuasa adalah separuh, direktiviti, impedens dan medan jauh. Panjang gelombang elektromagnet yang digunakan dalam kajian ditetapkan pada 915 MHz. Jarak antara antena pemancar dan antena penerima adalah pada 1 meter.

## BAB 2

### ULASAN KEPUSTAKAAN

#### 2.1 ANTENA

Antena boleh didefinisikan sebagai alat metalik sama ada dalam bentuk rod atau wayar yang digunakan untuk memancarkan atau menerima gelombang radio. Dengan kata lain antena adalah suatu struktur transisi di antara ruang terbuka dan ruang tertutup. Ruang tertutup atau lebih dikenali sebagai *transmission line* adalah sama ada dalam bentuk *coaxial line* atau *waveguide* (paip berongga). Ia digunakan untuk memindahkan tenaga elektromagnet daripada sumber pemancar kepada antena dan daripada antena kepada penerima (Balanis, 1997). Ruang terbuka adalah ruang bebas di mana tenaga elektromagnet dipancarkan keluar daripada antena untuk sampai kepada antena yang satu lagi dengan perambatan seperti yang dilakukan oleh cahaya (Winch, 1993).

Antena adalah merupakan alat pasif di mana ia tidak memerlukan sumber voltan untuk beroperasi. Antena tidak menukar atau memproses isyarat radio frekuensi atau membesarakan tenaga isyarat tersebut. Jika satu antena mempunyai kecekapan 100% , ia tetap tidak boleh memancarkan kuasa melebihi jumlah kuasa yang dihantar kepadanya

(Best, 2002). Fungsi antena adalah untuk mengumpul atau menyambut kuasa dan menyediakan direktiviti. Operasi antena dijayakan melalui teori elektromagnet dan pembiasan. Antena juga menggunakan teorem *reciprocity* iaitu antena beroperasi dengan cara yang sama semasa memancarkan dan menerima isyarat. Oleh itu, corak radiasi yang dihasilkan juga sama pada kedua-dua keadaan.

Terdapat pelbagai jenis antena yang digunakan dalam sistem komunikasi tanpa wayar dan melibatkan sumber radiasi yang berbeza iaitu sama ada medan arus atau medan apertur (Ulaby, 1997). Antaranya ialah antena wayar, antena apertur (bukaan), antena mikrostrip, antena *array* (tersusun), antena pemantul dan antena kanta atau lensa.

### **2.1.1 Antena Wayar**

Antena wayar adalah antena yang paling banyak dapat dilihat dan digunakan di manapun. Contohnya pada automobil, bangunan, kapal laut, pesawat udara, kapal angkasa dan banyak lagi. Antena wayar terdiri daripada pelbagai jenis seperti wayar lurus atau antena dwikutub, wayar bergelung (*loop*) dan wayar helik (Balanis, 1997).

### **2.1.2 Antena Apertur**

Antena apertur adalah antena yang lebih sophisticated dan digunakan untuk frekuensi tinggi. Antena jenis ini adalah sesuai digunakan pada pesawat udara dan kapal angkasa. Ini disebabkan oleh ciri-ciri seperti kesesuaian *flush-mounted* pada badan pesawat udara

dan kapal angkasa dan ketahanan daripada keadaan persekitaran kerana dilindungi oleh bahan dielektrik. Antena apertur adalah berbentuk *horn* piramid, *horn* kon atau *waveguide* bersegiempat tepat (Balanis, 1997).

### **2.1.3 Antena Mikrostrip**

Antena mikrostrip adalah antena yang paling banyak digunakan dalam aplikasi *spaceborne*. Binaan antena ini terdiri daripada tampilan metalik di atas subrat terbumi. Tampilan metalik ini mempunyai pelbagai bentuk seperti bersegiempat tepat dan bulat. Ia digunakan pada pesawat udara, kapal angkasa, satelit, kereta, telefon mudah alih dan peluru berpandu (Balanis, 1997).

### **2.1.4 Antena Array**

Antena *array* adalah antena untuk aplikasi yang memerlukan ciri-ciri radiasi yang tidak boleh dipenuhi oleh elemen tunggal. Antena ini mempersatukan elemen-elemen pemancar dari segi susunan elektrikal dan geometri. Ini seterusnya menghasilkan suatu ciri radiasi yang diinginkan (Balanis, 1997).

### **2.1.5 Antena Kanta**

Antena kanta atau lensa adalah digunakan untuk *collimate* tenaga tuju tercapah (*incident divergent energy*) untuk mengelakkan daripada terserak keluar ke arah yang tidak

diingini. Kebanyakan antena ini digunakan pada aplikasi yang hampir menyerupai seperti pemantul parabola. Antena jenis ini dikelaskan mengikut jenis bahan atau bentuk geometri yang digunakan untuk membinanya (Balanis, 1997).

Secara umumnya, suatu antena yang ideal adalah antena yang boleh memancarkan semua tenaga elektromagnet yang dihantar kepadanya daripada sumber pemancar pada arah yang diingini. Secara praktikal, tidak ada antena yang mempunyai prestasi yang ideal. Antena tersebut hanya mampu menghampiri semaksimum prestasi ideal yang boleh. Pelbagai jenis antena yang telah diperkenalkan akan mempunyai pelbagai bentuk ciri-ciri radiasi dan ia bergantung kepada aplikasi tertentu.

## **2.2 MEKANISMA RADIASI**

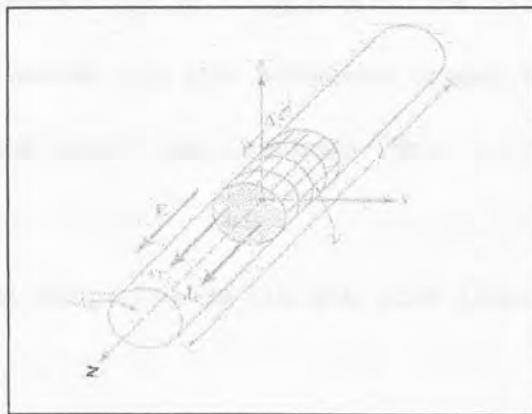
Mekanisma radiasi daripada sumber pemancar yang melalui *transmission line* untuk sampai kepada antena dan seterusnya dipancarkan keluar ke ruang udara boleh diterangkan berdasarkan kepada beberapa sumber radiasi yang umum. Antaranya ialah wayar tunggal, dua wayar dan seterusnya dwikutub.

### **2.2.1 Wayar Tunggal**

Wayar berkonduktor mempunyai ciri-ciri penting iaitu pergerakan cas elektrik dan penghasilan aliran arus. Anggapan dibuat bahawa ketumpatan isipadu cas elektrik,  $q_v$  tertabur secara seragam dalam wayar dengan luas keratan rentas,  $A$  dan isipadu  $V$  seperti

dalam Rajah 2.1. Sejumlah cas Q dalam isipadu V bergerak pada arah z dengan halaju seragam  $v$ . Maka ketumpatan arus  $J$  adalah

$$J_z = q_v v_z \quad (2.1)$$



**Rajah 2.1** Wayar berkonduktor tunggal (Balanis, 1997).

Bagi wayar yang diperbuat daripada konduktor elektrik yang ideal, maka ketumpatan arus yang duduk pada permukaan wayar adalah

$$J_s = q_s v_z \quad (2.2)$$

Jika radius wayar sangat kecil iaitu menghampiri sifar, maka arus dalam wayar adalah

$$I_z = q_l v_z \quad (2.3)$$

Perbincangan hanya memfokuskan wayar yang sangat kecil. Oleh itu, jika arus adalah berkadar dengan masa, maka arus pada persamaan 2.3 boleh ditulis sebagai

$$dI_z/dt = q_l (dv_z/dt) = q_l \alpha_z \quad (2.4)$$

Jika panjang wayar adalah  $l$ , maka persamaan 2.4 boleh ditulis semula sebagai

$$l (dI_z/dt) = l q_l (dv_z/dt) = l q_l \alpha_z \quad (2.5)$$

Persamaan 2.5 adalah merupakan perkaitan umum di antara arus dan cas. Ia juga merupakan persamaan asas untuk radiasi elektromagnet berdasarkan pernyataan bahawa untuk menghasilkan radiasi, mesti terdapat arus berkadar dengan masa atau pemecutan atau nyahpecutan cas. Untuk menghasilkan pemecutan atau nyahpecutan cas, wayar mestilah sama ada berbentuk lengkung, bengkok atau tidak bersambungan. Pecutan atau nyahpecutan cas yang berkala atau arus berkadar dengan masa ini juga dihasilkan apabila cas berayun dalam gerakan harmonik-masa. Oleh itu, tiga kesimpulan yang dapat dinyatakan iaitu:

- a. Jika tidak ada pergerakan cas, arus tidak dihasilkan. Oleh itu tidak ada radiasi.
- b. Jika ada pergerakan cas dengan halaju seragam;
  - I. Tidak ada radiasi jika wayar adalah lurus dengan panjang infiniti.
  - II. Terdapat radiasi jika wayar adalah lengkung, bengkok atau tidak bersambung.
- c. Jika cas berayun dalam gerakan masa, maka radiasi akan dihasilkan walaupun wayar adalah lurus.

Dengan mempertimbangkan sumber denyutan yang disambung pada satu wayar konduktor hujung terbuka (*open-ended*), apabila wayar diberikan tenaga, cas-cas iaitu elektron bebas pada wayar tersebut akan bergerak mengikut daya garisan elektrik yang dihasilkan oleh sumber. Apabila cas dipecutkan dalam sumber pada hujung wayar dan dinyaahpecutkan semasa pemantulan daripada hujungnya, dikatakan bahawa medan teradiasi terhasil pada setiap hujung dan sepanjang wayar. Radiasi adalah besar dengan

## RUJUKAN

- Balanis, C. A., 1997. *Antenna Theory : Analysis and Design*. Ed. ke-2. John Wiley & Sons, Inc., Kanada.
- Best, S.R., 2002. *Antennae Properties and Their Impact on Wireless System Performance*. Cushcraft Corporation, Manchester.
- Beyda, W. J., 1996. *Data Communications: From Basic to Broadband*. Ed. ke-2. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Collin R. E., 1985. *Antennas and Radiowave Propagation*. McGraw-Hill Companies, Inc., Amerika Syarikat.
- De Wolf, D. A., 2001. *Essentials of Electromagnetics for Engineering*. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Durney, C. H. dan Christensen, D. A., 2000. *Basic Introduction to Bioelectromagnetics*. CRC Press LLC, Amerika Syarikat.
- Giancoli, D. C., 2000. *Physics for Scientist & Engineers*. Ed ke-3. Prentice Hall, Amerika Syarikat.
- Hammond, P., 1997. *Electromagnetism for Engineer:An Introductory Course*. Ed. ke-4. Oxford Science Publication, New York.
- Jiao, Y., McMechan, G. A. dan Pettinelli, E., 2000. In situ 2-D and 3-D measurements of radiation patterns of half-wave dipole GPR antennas. *Journal of Applied Geophysics* **43** (1), 69-89.
- Monser, G. J., 1996. *Antenna Design : A Practical Guide*. McGraw-Hill Companies, Inc., Amerika Syarikat.
- Karmel, P. R., Colef, G. D. dan Camisa, R. L. 1998. *Introduction to Electromagnetic and Microwave Engineering*. John Wiley & Sons, Inc., Kanada.
- Orbit/FR, 2001. *Introduction to Antenna Measurements-Basic Concepts*. <http://www.orbitfr.com/StaticFiles/520.html>.
- Pennock, S. R. dan Shephard, P. R., 1998. *Microwave Engineering With Wireless Applications*. Mc Graw-Hill Companies, Inc., Amerika Syarikat.

- Radio Communications Agency (RA), 2001. *Mobile Phone Base Stations - How Mobile Phone Networks Work*. Public Telecommunication Networks Unit, United Kingdom.
- Ulaby, F. T., 1999. *Fundamentals of Applied Electromagnetics*. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Urone, P. P., 1986. *Physics with Health Science Application*. John Wiley & Sons Inc, Kanada.
- Winch, R. G., 1993. *Telecommunication Transmission Systems*. Mc Graw-Hill Companies, Inc., Amerika Syarikat.

