

ANTENA DWI-JALUR MENGGUNAKAN KABEL SEPAKSI

Oleh

Maisarah Binti Ahmad Ramli

**Disertasi ini dikemukakan kepada
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan
untuk ijazah dengan kepujian**

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN ELEKTRONIK)

**Pusat Pengajian Kejuruteraan
Elektrik dan Elektronik
Universiti Sains Malaysia**

Mac 2005

ABSTRAK

Antena kabel sepaksi banyak digunakan dalam sistem perhubungan. Walaubagaimanapun pengetahuan tentang ciri-ciri antena kabel sepaksi masih tidak lengkap dan perlu dikaji dengan lebih mendalam lagi. Projek yang dijalankan ini telah mengkaji ciri-ciri utama antena kabel sepaksi iaitu seperti frekuensi salunan, galangan masukan dan corak pancaran. Ini adalah untuk mendapatkan persamaan teori agar antena ini boleh digunakan sebagai dwi-jalur. Dwi-jalur yang dimaksudkan adalah UHF (*ultra high frequency*) dan GPS (*global positioning system*). Penyelidikan dilakukan dengan cara menyukat nilai frekuensi salunan bagi model antena kabel sepaksi. Kemudian frekuensi ini diplot bagi melihat perkaitan yang ada. Persamaan telah dapat diterbitkan hasil daripada ujikaji yang dijalankan namun ianya tidakla terlalu tepat disebabkan beberapa faktor. Galangan masukan bagi antena ini juga dikaji. Galangan masukan merupakan parameter penting bagi menilai keupayaan sesebuah antena. Seterusnya ciri corak pancaran turut dikaji dimana antena dwikutub setengah gelombang digunakan sebagai pemancar dan antena kabel sepaksi sebagai penerima.

DUAL BAND ANTENA USING COAXIAL CABLE

ABSTRACT

Antenna using coaxial cable is extensively used in communication system. However the knowledge and characteristic about this type of antenna is not complete and therefore a comprehensive research is necessary. This project has examine the main characteristic of this antena such as the resonant frequency, input impedance and radiation pattern. This examine have been done to get the theoretical equivalent so that this antenna can be use as dual band antenna. The meaning of dual band antenna is it can be use in UHF (ultra high frequency) dan GPS (global positioning system). The research is done by measuring the resonant frequency for the model antenna. Then all the frequency data will be plot in graph to find the relationship that exist. The equivalent are successfully been create but it is not exact. The input impedance for this antenna also have been studied. Input impedance is one of the important parameter to know the capability of the antenna. Next are the reseach of the radiation pattern. The half wave dipole antenna will be use as the transmitter while the receiver is coaxial cable antenna.

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah dengan izin Allah s.w.t dapat saya menyiapkan laporan projek tahun akhir saya ini yang bertajuk **Antena Dwi-jalur Menggunakan Kabel Sepaksi** sebagai memenuhi kehendak Universiti. Ucapan setinggi terima kasih saya ucapkan kepada Prof. Syed Idris Syed Hassan, selaku penyelia yang telah banyak memberi tunjuk ajar dan bimbingan kepada saya dalam menyiapkan projek saya ini. Ucapan terima kasih juga kepada semua pensyarah dan juruteknik Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik & Elektronik, Universiti Sains Malaysia khususnya kepada juruteknik di Makmal Radio dan RF yang telah banyak memberi bantuan teknikal dalam saya menyiapkan projek ini. Akhir sekali tidak dilupakan setinggi penghargaan kepada teman dan rakan seperjuangan yang banyak memberi perangsang dan dorongan kepada saya. Segala jasa baik mereka tidak akan saya lupakan.

Sekian Terima Kasih.

KANDUNGAN

	Muka Surat
ABSTRAK	ii
PENGHARGAAN	iii
KANDUNGAN	iv
SENARAI GAMBARAJAH	vi
BAB 1	Pengenalan
1.1 Antena.....	1
1.2 Ciri antena.....	1
1.2.1 Galangan antena.....	2
1.2.2 Kearahan dan gandaan.....	2
1.2.3 Luas berkesan.....	3
1.2.4 Pengutuban.....	3
1.2.5 Corak pancaran.....	4
1.3 Objektif dan Skop Kajian.....	7
BAB 2	Kajian Ilmiah
2.1 Binaan asas antena sepaksi.....	9
2.2 Teori antena kabel sepaksi.....	10
2.2.1 Mod gandingan.....	11
2.2.2 Mod sinaran.....	11
2.3 Ciri elektrik.....	12
BAB 3	Kabel Sepaksi
3.1 Pengenalan.....	15
3.1.1 Kabel agihan.....	16
3.1.2 Kabel jatuhan (<i>drop cable</i>).....	17
3.2 Prestasi dan perlakuan.....	17
3.2.1 Perisai (<i>shielding</i>).....	18
3.2.2 Galangan.....	19

	3.2.3 Prestasi dan perlakuan mekanik.....	20
BAB 4	PERLAKSANAAN PROJEK	
	4.1 Teori projek.....	21
	4.2 Tatacara projek.....	22
	4.3 Kaedah pengukuran antena.....	23
	4.3.1 Parameter S.....	24
	4.3.2 Penganalisis rangkaian gelombang mikro.....	26
	4.3.3 Pengukuran frekuensi salunan.....	29
	4.3.4 Pengukuran galangan masukan.....	31
	4.3.5 Pengukuran corak pancaran.....	33
	4.3.6 Teori antena dwikutub separuh gelombang.....	34
BAB 5	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
	5.1 Keputusan	
	5.1.1 Frekuensi salunan.....	35
	5.1.2 Galangan masukan.....	39
	5.1.3 Corak pancaran.....	39
	5.2 Perbincangan	
	5.2.1 Frekuensi salunan.....	42
	5.2.2 Galangan masukan.....	45
	5.2.3 Corak pancaran.....	45
BAB 6	KESIMPULAN.....	47
	RUJUKAN	
	LAMPIRAN A	
	LAMPIRAN B	
	LAMPIRAN C	
	LAMPIRAN D	

SENARAI GAMBARAJAH

Rajah 1.1	Plot pada satah azimuth (satah E)
Rajah 1.2	Plot sistem kutub koordinat
Rajah 1.3	Plot lurus
Rajah 1.4	Plot logaritma yang diubahsuai
Rajah 2.1	Struktur kabel sepaksi
Rajah 2.2	Kabel mod gandingan
Rajah 2.3	Kabel mod sinaran
Rajah 4.1	Struktur kabel sepaksi RG58 A/U
Rajah 4.2	Pembahagian kabel
Rajah 4.3	Rangkaian 2-liang
Rajah 4.4	Penambahan parameter dalam rangkaian 2-liang
Rajah 4.5	Penganalisis rangkaian gelombang mikro
Rajah 4.6	Kekunci pada penganalisis rangkaian gelombang mikro
Rajah 4.7	Lakaran menu pilihan parameter S
Rajah 4.8	Lakaran menu pilihan paparan
Rajah 4.9	Pengukuran frekuensi salunan
Rajah 4.10	Lakaran pengukuran frekuensi salunan
Rajah 4.11	Keluk VSWR bagi sebuah antena kabel sepaksi
Rajah 4.12	Keluk galangan masukan bagi antena kabel sepaksi
Rajah 4.13	Pengukuran Corak Sinaran
Rajah 4.14	Lakaran pengukuran corak sinaran
Rajah 5.1	Gambar rajah kehilangan semula
Rajah 5.2	Pancaran bagi frekuensi 464.205MHz
Rajah 5.3	Corak pancaran bagi frekuensi 807.402MHz
Rajah 5.4	Contoh pecahan persamaan
Rajah 5.5	Graf M melawan panjang B
Rajah 5.6	Graf N melawan panjang B

BAB SATU

PENGENALAN

1.1 ANTENA

Antena adalah salah satu bahagian yang penting dalam sesebuah sistem perhubungan. Antena adalah antara muka diantara pemancar atau penerima dengan medium perambatan. Oleh itu ia merupakan faktor yang menentukan prestasi dalam sistem perhubungan radio. Ciri penting bagi antena adalah kearahannya, gandaan, dan rintangan sinaran. Ciri ini adalah sama bagi pemancar atau penerima. Kesalingan menyatakan bahawa kuasa yang dipindahkan di antara dua antena adalah sama tanpa mempedulikan antena mana digunakan sebagai penghantaran atau sambutan. (Alan Bensusky, 2000) Ini berlaku jika pemancar dan penerima galangan antena bagi setiap kes dihubungkan oleh penjana dan galangan beban .

1.2 CIRI ANTENA

Sebelum menentukan jenis antena yang sesuai untuk penggunaan tertentu, adalah penting untuk mengetahui dan memahami kepelbagaian ciri antena. Selain daripada ciri elektrik faktor utama pemilihan antena adalah saiz fizikal. Sebelum mengetahui kepelbagaian jenis, bentuk dan saiz antena kita perlu tahu apa ciri-ciri antena .

1.2.1 Galangan Antena

Galangan antena adalah beban bagi pemancar atau galangan masukan ke penerima. Ia terhasil daripada dua bahagian iaitu rintangan sinaran (*radiation resistance*) dan rintangan ohm. Rintangan sinaran (*radiation resistance*) adalah rintangan maya iaitu apabila di darab dengan kuasa dua RMS, arus dalam antena pada titik suapan adalah bersamaan dengan kuasa yang menyinar oleh antena. Kebiasaanya rintangan sinaran (*radiation resistance*) merujuk kepada arus maksimum bagi kes antena yang tidak dibumikan dan arus dasar bagi antena yang dibumikan (Alan Bensky,2000). Kuasa pemancar yang melalui antena adalah lebih besar daripada kuasa yang menyinar. Perbezaan antara kuasa pemancar dan kuasa menyinar adalah kuasa lesap dalam rintangan ohm konduktor antena dan kehilangan yang lain. (Joseph J. Carr 2001). Kecekapan antena adalah nisbah kuasa sinaran kepada jumlah kuasa yang diresap oleh antena. Ia boleh dinyatakan dalam bentuk tahan sinaran (*radiation resistance*) R_r dan kehilangan rintangan R_l sebagai,

$$\text{Kecekapan antena (\%)} = 100 \times (R_r / (R_r + R_l)) \quad (1-1)$$

1.2.2 Kearahan dan Gandaan

Kearahan antena mempunyai hubung kait dengan corak pancaran. Antena yang menyinar pada kesemua arah dalam 3 dimensi dipanggil antena isotropik. Antena jenis ini tidak wujud tetapi boleh digunakan sebagai rujukan. (Idris S.H, 1998) Kesemua antena sebenarnya menyinar pada suatu arah sahaja. Kearahan antena di takrifkan sebagai ketumpatan kuasa antena pada arah pancaran maksimum bahagi purata ketumpatan kuasa. Hipotesis bagi kearahan antena isotropik adalah gandaanya adalah 1 atau 0 dB.

Gandaan antenna adalah kearahannya darab kecekapan antenna. Apabila kehilangan antenna adalah rendah kedua-dua ciri adalah sama. Gandaan digunakan untuk mengetahui kuasa pancaran maksimum apabila kuasa yang memasuki antenna diketahui

1.2.3 Luas Berkesan (*effective area*)

Satu lagi istilah yang akan kita jumpa berkaitan antenna adalah luas berkesan. Kuasa yang ditangkap (*captured*) oleh antenna penerima adalah luas tangkapan (*capture area*) atau luas berkesan (*effective area*) antenna di darab dengan ketumpatan kuasa di tempat tersebut. Ketumpatan kuasa adalah kuasa pancaran dibahagi dengan luas permukaan sfera. (Alan Bensky, 2000)

Luas Berkesan (*effective area*) bagi antenna berkait dengan gandaan dan panjang gelombang dinyatakan seperti persamaan berikut:

$$A_e = \frac{\lambda^2 \cdot G}{4\pi} \quad (1-2)$$

A_e = Luas berkesan

λ = Panjang gelombang

G = Gandaan

1.2.4 Pengutuban

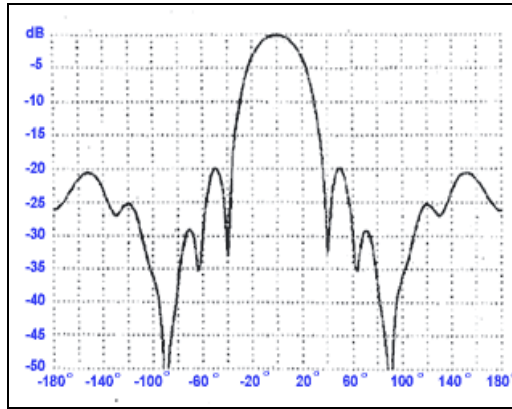
Pancaran elektromagnetik adalah hasil daripada medan magnet dan medan elektrik. Medan ini adalah pada sudut tepat masing-masing dan kedua medan adalah pada satah normal pada arah perambatan (Joseph J. Carr 2001). Arah pengutuban merujuk kepada arah medan elektrik dalam kaitan dengan bumi. Pengutuban lurus adalah hasil daripada antenna dawai lurus. Antenna dawai yang selari dengan bumi adalah pengutuban mengufuk dan antenna dawai yang normal dengan bumi adalah pengutuban menegak.

Pengutuban gelombang atau antena adalah penting atas beberapa sebab. Pengutuban mengufuk antena penerima tidak boleh menerima pancaran pengutuban menegak daripada antena pemancar menegak dan sebaliknya. Namun keadaan ini kadang-kadang boleh mendatangkan kebaikan. Sebagai contoh muatan gelombang mikro boleh digandakan dengan memancar dua saluran maklumat antara dua titik pada frekuensi yang sama menggunakan sistem pengutuban antena berlawanan.

1.2.5 Corak Pancaran

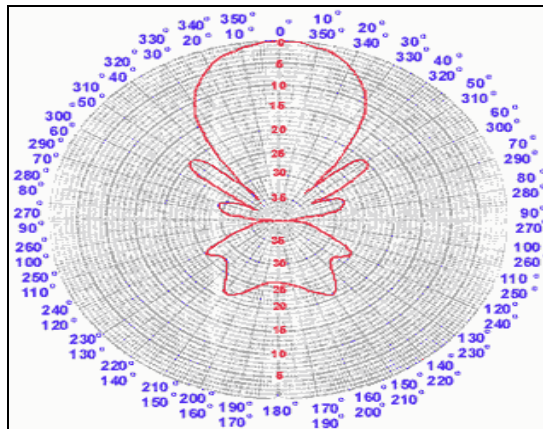
Pancaran merupakan satu proses pemindahan gelombang radio atau elektromagnetik dari talian penghantaran ke ruang bebas melalui antena pemancar. Pada kebiasaannya, sebarang bahan konduktor yang membawa arus elektrik boleh dijadikan antena. Apabila satu antena digunakan untuk memancar gelombang radio, arus elektrik akan dialirkan dan digetarkan oleh pemancar di sepanjang wayar atau rod antena tersebut. Tenaga yang dihasilkan dari getaran cas-cas akan dipancarkan ke dalam ruang bebas sebagai gelombang radio. Terdapat pelbagai cara untuk memplot corak pancaran. Setiap format mempunyai kelebihan dan kelemahan.

Untuk memplot corak pancaran antena boleh menjadi rumit kerana dalam keadaan sebenar ia adalah 3 dimensi. Namun begitu untuk meringkaskan dan memudahkan sistem koordinat Cartesian digunakan (sistem 2 dimensi). Plot pancaran biasanya di tunjukkan samada dalam satah paksi antena atau satah yang berserenjang dengan paksi dan dirujuk sebagai azimuth atau satah E dan kenaikan atau satah H masing-masing (Joseph H. Reiser)



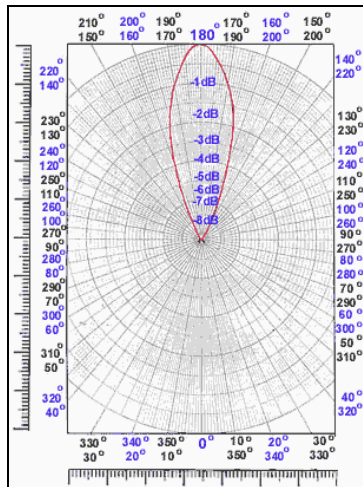
Rajah 1.1: Plot pada satah Azimuth (satah E)

Rajah 1.1 menunjukkan plot bagi kebiasaan 10 elemen antenna Yagi. Perincian adalah bagus tetapi corak yang dilihat tidak begitu ketara.



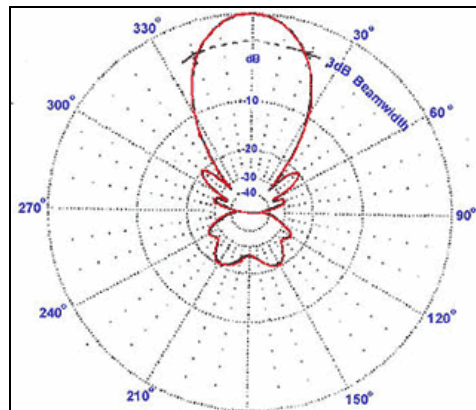
Rajah 1.2: Plot Sistem kutub koordinat

Rajah 1.2 menunjukkan plot kutub yang sama bagi 10 elemen antenna yagi dan dapat dilihat bentuknya adalah seperti *compass rose*. Plot jenis ini digunakan apabila aras yang tepat bagi *sidelobes* penting untuk diketahui..



Rajah 1.3: Plot lurus

Rajah 1.3 menunjukkan plot lurus bagi 10 element antenna yagi. Plot jenis ini menegaskan bentuk utama pancaran bagi *lobe* antenna dan menindas kesemua *sidelobes* antenna menjadikan coran pancaran kelihatan lebih baik.



Rajah 1.4: Plot Logaritma yang diubahsuai

Rajah 1.4 menunjukkan plot logaritma yang diubahsuai bagi element antenna yagi dimana ia menekankan bentuk utama alur sementara memampatkan *side lobes* dengan aras sangat rendah (>30 dB) ke bahagian tengah.

Proses plot antenna adalah seakan satu peta bagi pengguna antenna. Pemplotan menunjukkan dimana kuasa dipancarkan atau diterima. Ia juga menunjukkan penurunan yang boleh diagak jika antenna tidak dihala dengan baik. Jika terdapat gangguan isyarat ia mungkin akan diambil oleh antenna. Apabila kita mempunyai plot pancaran maka kita dapat menentukan aras sebenar bagi sesuatu isyarat dan plot pancaran ini boleh meminimumkan isyarat gangguan itu dengan menukar isyarat tersebut kepada tidak sah atau ke kedudukan *side lobes*.

Oleh itu penggunaan plot pancaran adalah penting untuk rekabentuk antenna. Apabila pengguna mempunyai data pancaran prestasi antenna dapat ditingkatkan untuk diaplikasikan.

1.3 OBJEKTIF DAN SKOP KAJIAN

Bagi projek yang dijalankan antenna yang dipilih adalah antenna kabel sepaksi dwi-jalur. Dwi-jalur bermaksud antenna kabel sepaksi boleh digunakan pada dua julat frekuensi yang berlainan iaitu pada jalur UHF (*ultra high frequency*) ialah 400 hingga 470 MHz dan pada jalur GPS (*global positioning system*) pula ialah 1.575 GHz.

Spektrum UHF (*ultra high frequency*) biasanya digunakan untuk perhubungan *local line-of-sight*. Perbezaan utama antara spektrum frekuensi rendah dan UHF(*ultra high frequency*) adalah panjang gelombang. Bagi spektrum UHF(*ultra high frequency*) panjang gelombang adalah lebih pendek iaitu dari 1m ke 33cm. Kebanyakan antenna direka berdasarkan panjang gelombang, oleh itu terdapat fakta bagi rekabentuk UHF(*ultra high frequency*) antenna (Joseph J. Carr 2001)

GPS (*global positioning system*) adalah sistem radio pandu arah bagi seluruh dunia. Ia terbentuk daripada gabungan 24 satelit yang mengelilingi bumi secara berterusan. Kesemua penerima GPS (*global positioning system*) menggunakan antenna

untuk menerima isyarat. Isyarat dari satelit GPS (*global positioning system*) beroperasi dalam spektrum *semi-visible* pada jalur L1 iaitu 1.574GHz dengan aras isyarat minimum -162.0 dBW. Dengan kekuatan isyarat yang rendah ini GPS (*global positioning system*) antenna mestilah mempunyai pemandangan langit yang jelas bagi mendapatkan isyarat (Bitpipe) .

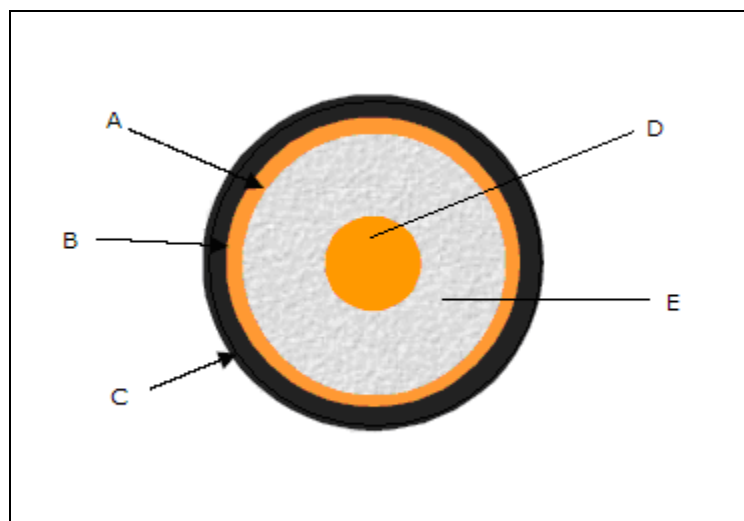
Objektif projek yang dijalankan adalah untuk memahami dan mendapatkan teori bagi antenna kabel sepaksi berfungsi pada dwi-jalur iaitu UHF (*ultra high frequency*) dan GPS (*global positioning system*) dengan berkesan. Kebiasaanya antenna hanya boleh menerima 1 jalur frekuensi sahaja. Oleh itu penggunaan antenna pada dwi-jalur sebenarnya tidak begitu praktikal.

Selain itu skop projek ini juga adalah untuk membuat garis panduan bagi mengoptimumkan dan meningkatkan prestasi antenna kabel sepaksi dwi-jalur ini. Bagi mendapat antenna yang boleh berfungsi pada jalur GPS (*global positioning system*) penggunaan *in-line amplifier* boleh digunakan. *In-line amplifier* ini boleh mengatasi isyarat pelemahan dengan menguatkan isyarat GPS (*global positioning system*). Aplikasi penggunaan antenna ini adalah seperti walkie-talkie, telefon bimbit, penggera kereta, sekuriti rumah dah banyak lagi.

BAB DUA

KAJIAN ILMIAH

2.1 BINAAN ASAS ANTENA SEPAKSI



Rajah 2.1 :Struktur kabel sepaksi

Rajah 2.1 menunjukkan struktur kabel sepaksi. Ia dibahagikan kepada 5 bahagian berikut:

A adalah konduktor bahagian luar. Ciri-ciri bahagian ini adalah bahagian yang terkimpal dan berombak dengan alur tiub kuprum. Fungsinya adalah untuk menentukan ciri pancaran yang memasuki kabel.

B adalah pita sawar (*mica barrier tape*). Ia berfungsi untuk meningkatkan keselamatan pada kabel daripada bahan terbakar.

C pula bertindak sebagai penebat dimana ia diperbuat daripada polietilena hitam (*black HD polyethylene*). Warna yang selalu digunakan adalah hitam dan kelabu dimana ia tahan daripada bahan bakar. Namun begitu ia juga boleh didapati dalam pelbagai warna yang lain.

D adalah konduktor bahagian dalam. Ciri-cirinya adalah ia terdiri daripada dawai kuprum yang kukuh iaitu dawai *cooper plated aluminium*. Selain itu terdapat *Cooper tube* dalam kabel yang mempunyai dimensi yang besar

E adalah dielektrik. Dielektrik mempunyai ikatan yang baik pada konduktor bahagian dalam. Lebih dari 80% darjah *foaming* boleh dicapai oleh *modern extruding* dan proses suntikan gas.

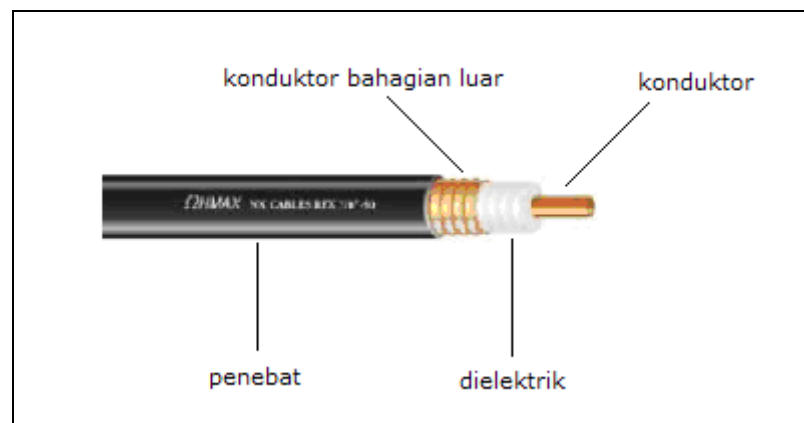
2.2 TEORI ANTENA KABEL SEPAKSI

Antena sepaksi mempunyai ciri asas penghantaran kabel sepaksi dengan beberapa keculian. Iaitu gelombang TEM yang merambat didalam kabel juga boleh menyinar luar dari kabel. Selain itu mekanisma gandingan antara kabel bahagian dalam dan persekitaran luar boleh diwujudkan dengan *small apertures* (luas atau bukaan isyarat yang boleh diterima oleh antenna) dalam kabel luar konduktor (Reijo Kakalanen,2001)

Kabel bertindak sebagai antenna dan talian penghantaran dalam masa yang sama. Ciri sinaran dan mekanisma gandingan elektromagnet kabel boleh ditentukan melalui bentuk rupa *aperture* kabel. Contohnya adalah saiz, bentuk, kedudukan dan jarak bukaan. Berdasarkan mekanisma sinaran dan gandingan, kabel boleh dibahagikan kepada mod gandingan dan mod sinaran.

2.2.1 Mod Gandingan

Dalam kabel mod ini, jarak *aperture* adalah lebih kecil berbanding kendalian panjang gelombang. Kabel mod ini boleh berfungsi dalam julat frekuensi yang tinggi. Antena sepaksi dengan alunan dan kisaran pada bahagian luar konduktor adalah contoh kabel yang biasa didapati bagi mod ini. Rajah 2.2 menunjukkan contoh kabel ini.



Rajah 2.2 : Kabel mod gandingan

2.2.2 Mod Sinaran

Dalam kabel mod sinaran, *aperture* adalah biasanya berkala dengan jarak berbanding dengan kendalian frekuensi. Dengan tatarajah yang betul kabel boleh bersinar dalam frekuensi yang diperlukan. Antena sepaksi dengan slot bertindih dengan kuprum pada bahagian luar konduktor adalah kabel yang biasa didapati bagi contoh mod ini. Rajah 2.3 menunjukkan contoh kabel ini.



Rajah 2.3 :Kabel mod sinaran

2.3 CIRI ELEKTRIK

Ciri galangan asas yang biasa digunakan adalah 50Ω (kebiasaanya untuk komunikasi radio). Dalam antenna sepaksi mekanisma gandingan mempunyai kesan keatas jumlah pelemahan kabel (Reijo Kakalanen2001):

$$\alpha = \alpha_1 \cdot \sqrt{f} + \alpha_2 \cdot f + \alpha_3 + \alpha_4 \quad (2-1)$$

α = pelemahan pada frekuensi yang diberi (dB/100m)

α_1 = pekali kehilangan konduktor

α_2 = pekali kehilangan dielektrik

α_3 = pekali kehilangan gandingan

α_4 = kehilangan berdekatan medan magnet disebabkan kesilapan pemasangan antenna sepaksi (contohnya terlalu dekat dengan dinding)

f = frekuensi

Pelemahan antena sepaksi diukur berdasarkan IEC 61196-4 yaitu dengan cara kaedah aras bumi dimana kabel diletakkan diatas bahan bukan logam dengan jarak 10cm hingga 12cm dari lantai konkrit. Kaedah yang lain ialah kaedah ruang bebas. Kaedah ini lebih biasa digunakan. Caranya adalah kabel diletakkan di atas kayu pada ketinggian 1.5m hingga 2m. Apabila menggunakan kaedah ini pelemahan dikira menggunakan formula berikut (Reijo Kakalanen2001):

$$\alpha = \frac{N_e - N_s}{L} \cdot 100 \cdot [1 - 0.002 \cdot (T - 20)] \quad (2-2)$$

(dB/100m pada 20°C)

α = pelemahan (dB/100m pada 20°C)

N_e = Aras kuasa pada permulaan kabel (dBm)

N_s = Aras kuasa pada hujung kabel (dBm)

L = panjang kabel (m)

T = Suhu kabel (°C)

Kehilangan gandingan diukur berdasarkan piawaian yang sama seperti di atas. Kehilangan gandingan adalah nisbah kuasa penerima antena (2m daripada kabel) dengan kuasa di dalam kabel. Ia bergantung kepada mekanisma gandingan dan sinaran kabel. Formula yang digunakan untuk mencari kehilangan gandingan ini apabila menggunakan kaedah ruang bebas adalah (Reijo Kakalanen2001):

$$\alpha_c = N_e - N_r - (\alpha \cdot P) \quad (dB) \quad (2-3)$$

α_c = Kehilangan gandingan (dB)

N_e = Aras kuasa pada permulaan kabel (dBm)

N_r = Aras kuasa pada antena (dBm)

P = Jarak dari antena ke titik suapan (m)

Terdapat dua nilai kebiasaan yang boleh didapati bagi kehilangan gandingan. Iaitu nilai min α_{c50} dimana 50% daripada ukuran nilai tempatan adalah kecil dari nilai ini. Selain itu nilai min α_{c95} juga biasa didapati dimana 95% daripada ukuran nilai tempatan adalah kecil dari nilai ini.

BAB TIGA

KABEL SEPAKSI

3.1 PENGENALAN

Kabel sepaksi telah digunakan sejak bertahun-tahun untuk membekal maklumat video jalur lebar kepada sistem rumah. Rekabentuk, pembuatan, pengendalian dan pemasangan kabel yang betul boleh menghasilkan ciri-ciri yang berkualiti dengan signal medium penghantaran yang sangat baik.

Kabel agihan sepaksi mempunyai ciri perisaian (*shielding*) yang baik dan perlakuan mekaniknya merupakan kunci dalam menentukan perlakuan dan keselamatan keseluruhan produk. Kabel jatuhan sepaksi (*drop cable*) juga mempunyai ciri perisaian (*shielding*) yang agak baik dan ia mudah untuk dikendalikan apabila hendak memasangnya dari tap ke sistem rumah. Kabel jenis ini ideal untuk aplikasi dalam bangunan.

Kabel terpiuh tidak dapat memenuhi keperluan binaan servis jalur lebar. Ianya tidak bersifat jalur lebar. Ia menyinar dan sensitif terhadap hingar elektrik dan persekitaran. Kabel terpiuh juga tidak mempunyai geometri medan elektromagnet yang terkawal dan ia menghasilkan kendalian elektrik yang sukar diramal untuk frekuensi yang tinggi.

Berlainan dengan kabel sepaksi kerana kabel sepaksi mewujudkan ciri lebar jalur yang tinggi, tahap bocoran yang rendah, kehilangan isyarat yang rendah dan tiada herotan. Untuk itu kabel sepaksi menawarkan medium yang ideal untuk sistem telekomunikasi dan penggunaan dalam rangkaian menggunakan teknologi gentian.

Kabel sepaksi direka untuk membawa isyarat komunikasi jalur lebar untuk jarak yang jauh dengan penurunan isyarat dan herotan yang rendah. Kabel jenis ini juga

mempunyai kehilangan semula yang sangat rendah bergantung kepada bagaimana ianya direka. Selain itu ia mempunyai ciri lurus dan tiada serakan.

Tiada serakan bermaksud isyarat dengan kandungan spektrum yang bebezanya yang dikenakan pada masukan kabel sepaksi akan sampai di bahagian hujung kabel dalam masa yang sama tanpa sebarang herotan.

Dalam industri terdapat perbezaan dalam penggunaan dan pelaksanaan antara dua jenis kabel sepaksi yang asas. Iaitu kabel agihan sepaksi dan kabel jatuhan sepaksi (*drop cable*). Kedua-keduanya ini digunakan dan dihasilkan secara berbeza.

3.1.1 Kabel Agihan

Kabel agihan sepaksi membawa isyarat daripada nod rangkaian ke tempat di mana gentian berakhir dan mengagihkannya ke pelbagai titik di sepanjang jalan. Penguat meningkatkan aras isyarat apabila kabel bergerak ke destinasi. Kabel jenis ini boleh didapati dalam pelbagai saiz bergantung kepada nilai kehilangan isyarat yang dikehendaki. Semakin besar diameter kabel (bahagian dalam diameter dan luar dari konduktor) semakin rendah nilai pelemahan. Kebiasaannya julat diameter adalah dari 1/2inci kepada 1 inci.

Kabel sepaksi jenis ini mesti mempunyai konduktor di bahagian tengah dengan rintangan dc yang rendah. Ini bagi membolehkan penguat yang digunakan sepanjang kabel meningkatkan isyarat. Bahagian tengah konduktor biasanya *cooper-clad aluminium*. Penguat pula biasanya menggunakan 60Hz ac, dimana ia berkongsi bahagian tengah konduktor dengan isyarat frekuensi radio. Konduktor luar memberi haluan arus untuk kembali dan menamatkan medan dalaman dengan itu bertindak sebagai perisai elektromagnet. Bahagian luar konduktor ini dilindungi oleh polietilena untuk melindungi kabel dari persekitaran.

3.1.2 Kabel jatuhan (*drop cable*)

Kabel jatuhan (*drop cable*) mempunyai keperluan yang berlainan daripada kabel agihan. Kabel ini boleh didapati dalam 4 jenis saiz piawai daripada diameter kecil hingga diameter besar (atau pelemahan yang tinggi ke rendah) iaitu F59, F6, F7, dan F11. F6 adalah saiz yang biasa digunakan untuk aplikasi CATV kerana faktor pelemahan dan kos.

Kabel ini dihasilkan dengan konduktor tengahnya menggunakan *copper-clad steel*. Ini memberikan kekuatan tegangan yang baik. Bahagian tengah konduktor yang mempunyai teras besi ini dapat menahan kabel dari bengkok dan pecah dimana keadaan ini boleh berlaku apabila proses pembuatan kabel tidak bagus. Perisai (*shield*) kabel jatuhan (*drop cable*) adalah gabungan pita aluminium yang nipis dan jalinan aluminium. Gabungan kedua-dua perisai ini menghasilkan kabel yang mudah dilentur.

3.2 PRESTASI DAN PERLAKUAN

Fungsi bagi rekabentuk, bahan, pembuatan dan pengendalian mewakili perlakuan elektrik dan mekanik bagi kabel sepaksi. Kedua-dua kabel iaitu kabel agihan dan kabel jatuhan (*drop cable*) mempunyai perlakuan seperti talian penghantaran tetapi mempunyai beberapa perbezaan yang penting.

Dari segi perspektif sistem komunikasi, ciri elektrik utama adalah jalur lebar, galangan, pelemahan, kehilangan semula (*return loss*), dan perisai (*shielding*). Apabila isyarat dikenakan pada kabel sepaksi, arus akan mengalir di dalam konduktor dan ini akan menghasilkan medan elektrik dan magnet dalam dielektrik antara konduktor. Kabel sepaksi beroperasi dalam ragam TEM (*transverse electromagnetic*) dimana medan elektrik dan medan magnet akan mengalirkan tenaga dalam keadaan melintang. Medan elektrik wujud dalam garis jejari bermula dari bahagian tengah konduktor ke luar konduktor. Medan magnet wujud dalam corak bulatan antara bahagian tengah dan luar

konduktor. Julat operasi atau lebar jalur kabel dikawal oleh bentuk medan dan ditentukan oleh frekuensi potong dimana pada keadaan non-TEM (*non-transverse electromagnetic*) corak medan wujud dan tenaga akan hilang (Bruce Carlson & John Chamberlain, 1994) Nilai frekuensi potong bagi kabel berdiameter 1 inci dan kebawah adalah 6GHz ke atas.

3.2.1 Perisai (*shielding*)

Perisai(*shielding*) adalah dua hala. Sekiranya kabel berada dalam medan tenaga, sebahagian dari tenaga akan meresap ke dalam kabel. Sinaran adalah penukaran tenaga samada keluar atau memasuki kabel. Jika kabel membenarkan tenaga keluar, isyarat adalah *egressive* dan kabel itu adalah sejenis antena pemancar. Manakala jika tenaga meresap ke dalam kabel, isyarat adalah *ingressive* dan kabel adalah sejenis antena penerima (Bruce Carlson & John Chamberlain, 1994) . Pelemahan yang tinggi adalah penting semasa tenaga melalui perisai (*shield*).

Kabel yang menggunakan perisai (*shield*) yang nipis dan kukuh akan menghasilkan nilai frekuensi pelemahan yang tinggi disebabkan oleh ketebalan bahan dan *skin effect*. Aras pemisahan antara arus dalam dan luar dapat diseimbangkan dengan ketebalan *solid shield* yang berterusan. Untuk menerangkan *skin effect* arah aliran arus harus diperhatikan. Arus yang mengalir melalui konduktor akan ditarik ke bahagian pinggir permukaan kabel oleh medan elektrik. Keberkesanan perisai (*shielding*) diukur dalam dB daripada pemencilan antara medan dalam dan luar. Potongan yang lebih besar dari 120dB boleh dicapai dengan perisai (*shielding*) menggunakan *solid aluminium* dalam kabel agihan.

Bagi kabel jatuhan (*drop cable*), aluminium yang nipis memberi frekuensi perisai yang tinggi disebabkan oleh keberkesanan *skin depth*. Jalinan aluminium pula memberi kebaikan iaitu frekuensi perisai (*shield*) yang rendah dan membekalkan hampir semua kekuatan mekanik perisai (*shield*). Bergantung kepada rekabentuk, perisai (*shielding*) kabel jatuhan (*drop cable*) boleh didapati antara 80dB dan 110dB selepas dilentur.

3.2.2 Galangan

Mana-mana kabel sepaksi mungkin dilihat sebagai litar tergumpal yang malar, dalam kes ini ia adalah rangkaian induktor dan kapasitor yang panjang. Induktor adalah dalam keadaan bersiri disepanjang garis kedua-dua konduktor dalam dan luar dan kapasitor adalah bersilang dengan konduktor luar dan dalam. Kesemua konduktor dan kapasitor mempunyai nilai yang sama. Sekiranya denyut elektrik dikenakan di bahagian hujung garis, akan kelihatan galangan. Kabel yang direkabentuk untuk aplikasi komunikasi jalur lebar mempunyai ciri impedans 75 ohm kerana ia mengoptimumkan ciri pelemahan kabel.

Sekiranya isyarat menuju sepanjang kabel sepaksi seperti melalui sebuah vakum, ia belayar melalui konduktor dengan kelajuan cahaya tetapi faktor yang praktikal menghadkan laju ini. Kebiasaanya 82% daripada kelajuan adalah untuk kabel jatuhan (*drop cable*). Manakala untuk kabel agihan adalah 88% ke 92%. Ciri bahan ini menentukan potongan dan dinyatakan sebagai halaju perambatan (Bruce Carlson & John Chamberlain, 1994).

Kesemua *metallic transmission* mempamerkan kehilangan kuasa apabila isyarat merambat dari hujung kabel ke kabel yang lain. Pelemahan kabel dijanakan oleh kehilangan di dalam konduktor dan bahan dielektrik. Kehilangan konduktor (*conductor loss*) adalah lebih besar dari kehilangan dielektrik (*dielectric loss*). Ini adalah kerana pelemahan kabel sepaksi adalah fungsi bagi bahan dan diameter bagi konduktor, kabel yang besar mempunyai kehilangan yang rendah.

Kehilangan semula (*return loss*) kabel, dinyatakan sebagai jumlah isyarat tenaga yang terpantul balik ke sumber isyara (Bruce Carlson & John Chamberlain, 1994). Kehilangan ini hanya boleh disebabkan perubahan pada galangan kabel, penyambung yang digunakan sepanjang kabel dan secara praktikalnya apa saja yang berada dalam laluan isyarat.

Pemasangan penyambung yang tidak bagus menyebabkan galangan terhenti dan menyebabkan kehilangan semula (*return loss*) dengan ciri jalur lebar yang menjadi makin merosot apabila frekuensi meningkat.

3.2.3 Prestasi dan Perlakuan Mekanik

Kabel agihan dengan aluminium yang kukuh di bahagian luar konduktor boleh bertahan selama 30 tahun jika kabel tersebut direka, dibuat dan dipasang dengan betul. Kegagalan kabel berlaku biasanya semasa pemasangan dalam pengembangan gelung atau dibahagian penyambung ke antara muka kabel. Oleh sebab itu kelenturan dan jejari bengkok yang minimum adalah penting.

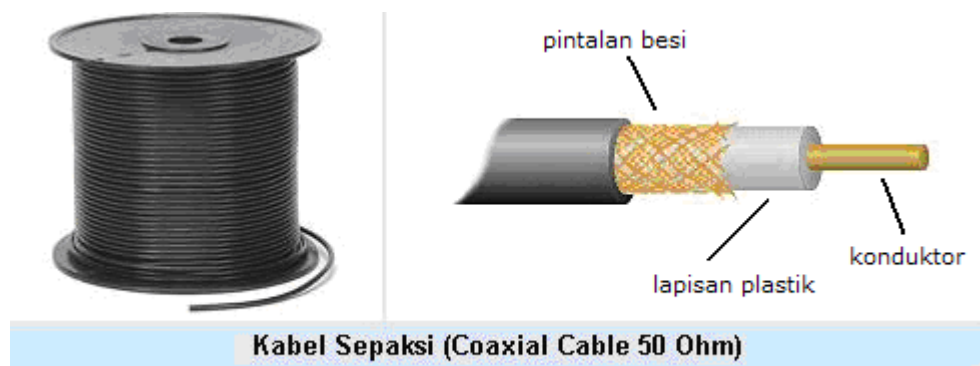
Kabel jatuhan (*drop kabel*) jika dipasang dengan betul akan mempunyai jangka hayat yang lama kerana sifat kelenturan mekaniknya. Kegagalan kabel jatuhan (*drop kabel*) biasanya disebabkan oleh pemasangan yang teruk dimana ia menyebabkan kakisan. Disinilah pentingnya bahan yang melindungi kabel.

BAB EMPAT

PERLAKSANAAN PROJEK

4.1 TEORI PROJEK

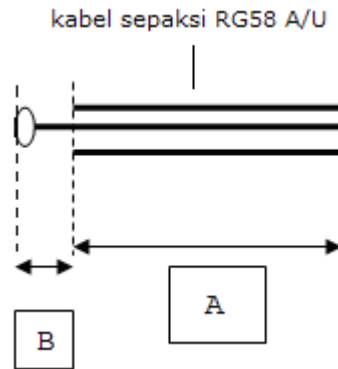
Bagi mengkaji antenna kabel sepaksi dwi-jalur, kabel yang berkod RG58 A/U akan digunakan. Rajah 4.1 menunjukkan struktur kabel sepaksi yang mempunyai kod ini.



Rajah 4.1: Struktur Kabel RG58 A/U

Kabel sepaksi RG58 A/U mempunyai satu wayar tembaga yang bertindak sebagai media pengalir elektrik yang terletak di tengah-tengah. Satu lapisan plastik bertindak sebagai pemisah kepada wayar tembaga yang berada di tengah-tengah itu dengan satu lapisan pintalan besi. Pintalan besi ini bertindak sebagai penghalang kepada sebarang gangguan dari cahaya florensian, komputer dan sebagainya. Walaupun agak sukar untuk menjalankan kerja menggunakan kabel ini kebiasaannya ialah ia sangat peka terhadap kehadiran isyarat. Selain itu ia dapat menampung penggunaan kabel yang lebih panjang di antara rangkaian dengan peranti-peranti lain berbanding dengan kabel yang lain.

4.2 TATACARA PROJEK



Rajah 4.2: Pembahagian Kabel

Tatacara:

Untuk menjalankan ujikaji ini, kabel sepaksi perlu dipotong kepada 2 bahagian iaitu A dan B seperti Rajah 4.2 di atas. Bahagian B merupakan bahagian dimana pintalan besi dan lapisan plastik perlu dipotong. Manakala bahagian A adalah keadaan asal kabel sepaksi. Pada bahagian belakang kabel sepaksi iaitu di bahagian A, proses pateri perlu dilakukan untuk membumikan kabel ini. Pembedaan kabel adalah merupakan faktor penting yang mempengaruhi kecekapan sesuatu antena. Kabel sepaksi dipotong dengan panjang B adalah 1mm dan panjang A pula 5cm, 6cm, 7cm, 8cm, 9cm dan 10cm. Ini menunjukkan terdapat 6 kabel yang akan diuji apabila B adalah 1mm. Seterusnya potong pula kabel sepaksi dengan panjang B adalah 2mm dan panjang A seperti langkah di atas. Proses pemotongan diulang bagi panjang B sehingga 10mm dan panjang A masih lagi sama seperti langkah sebelum ini. Kabel ini kemudian akan diuji untuk mengetahui frekuensi salunan, galangan masukan dan corak sinaran. Untuk menguji kabel ini bahagian B pada kabel mestilah disambung dengan penyambung yang dipanggil SMA.

Penyambungan dilakukan dengan proses pateri. Seterusnya antenna kabel sepaksi ini boleh diuji. Pengujian antenna kabel sepaksi ini adalah termasuk pengukuran frekuensi salunan, pengukuran galangan masukan dan pengukuran corak sinaran.

Untuk membuat pengukuran frekuensi dan galangan memerlukan penggunaan penganalisis rangkaian gelombang mikro. Manakala untuk membuat pengukuran corak sinaran memerlukan penggunaan alatan penjana isyarat dan meter sukat kekuatan medan *vector analyzer*. Bahagian ini akan dibincangkan dalam kaedah pengukuran antenna.

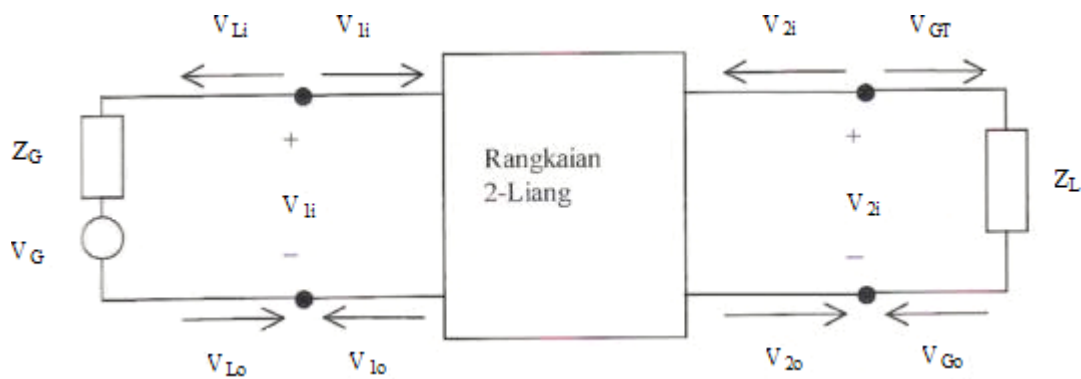
4.3 KAEDAH PENGUKURAN ANTENA

Kaedah ujikaji yang dijalankan adalah penting bagi memastikan hasil pengukuran antenna adalah benar dan munasabah serta bebas dari sebarang kesilapan. Untuk itu banyak buku rujukan (Kraus,1988, Balanis,1997) telah diterbitkan yang menghuraikan kaedah piawai ujikaji pengukuran antenna. Semua ujikaji yang dilakukan dalam penyelidikan ini adalah berpandukan kepada semua rujukan di atas.

Ujikaji-ujikaji yang telah dilakukan dalam penyelidikan ini melibatkan pengukuran frekuensi salunan, pengukuran galangan masukan dan pengukuran corak pancaran . Konsep parameter S adalah asas bagi semua ujikaji pengukuran ini maka satu bahagian dalam bab ini akan menerangkan konsep ini dengan secara ringkas. Berdasarkan kepada parameter ini, sebuah alatan khusus yang dipanggil Penganalisis Rangkaian Gelombang Mikro telah digunakan untuk meneliti perubahan isyarat gelombang mikro yang terjadi pada antenna. Kendalian asas alat juga akan diterangkan dalam bahagian selanjutnya.

4.3.1 Parameter S

Parameter S adalah Parameter Serakan (*scattering parameter*) dan ia merupakan suatu nilai yang menggambarkan aliran isyarat gelombang mikro dalam sesebuah rangkaian 2-liang (2 port network). Rajah 4.3 menunjukkan rangkaian 2-liang yang digunakan untuk menakrifkan parameter S tersebut.



Rajah 4.3: Rangkaian 2-liang

Dalam Rajah 4.3, jika liang ke-2 sepadan dengan beban Z_L ($V_{2i} = 0$) maka nisbah diantara voltan terpantul V_{1o} dengan voltan tuju V_{1i} dipanggil pekali pantulan masukan (*input reflection coefficient*) dengan tatatanda S_{11} dan ditulis sebagai,

$$S_{11} = \left. \frac{V_{1o}}{V_{1i}} \right|_{V_{2i}=0} \quad (4-1)$$

Nisbah diantara voltan pantulan V_{2o} dengan voltan tuju V_{1i} dalam keadaan liang ke-2 terpadan dikenali sebagai pekali pancaran kedepan (S_{21}) (*forward transmission coefficient*) iaitu,

$$S_{21} = \left. \frac{V_{2o}}{V_{1i}} \right|_{V_{2i}=0} \quad (4-2)$$