

WORKSHOP "nDESO" MEMBUAT ANTENA WAJANBOLIC

LATAR BELAKANG

- Untuk meningkatkan jarak jangkauan wireless LAN diperlukan antena eksternal dengan gain yang lebih tinggi dari antenna standard
- Antena eksternal High Gain harganya relative mahal
- Banyak barang-barang yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari yang dapat digunakan untuk membuat antenna High Gain dengan cara mudah dan biaya ringan

TUJUAN

- Sharing pengetahuan / pengalaman dalam hal pembuatan homebrew antenna khususnya Antenna WajanBolic dan hal-hal seputar Wireless Network
- Belajar bersama tentang dasar Link Budget dalam Sistem Komunikasi Terrestrial

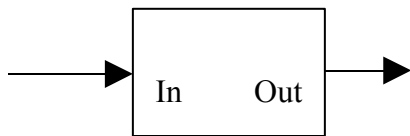
RUANG LINGKUP

Dalam Workshop ini akan dibuat Antena WajanBolic dengan Wifi USB adapter

SEKILAS TEORI

APA ITU dB, dBW, dBm, dBi?

dB (decibel) : Adalah satuan factor penguatan jika nilainya positif, dan pelemahan/redaman/loss jika nilainya negatif



Jika input = 1 watt, output = 100 watt maka terjadi penguatan 100 kali

Jika input = 100 watt, output = 50 watt maka terjadi redaman/loss ½ daya

Jika dinyatakan dalam dB :

$$G = 10 \log 100/1 = 20 \text{ dB}$$

$G = 10 \log 50/100 = -3 \text{ dB} \implies$ maka disebut redaman / loss 3 dB

dBW dan dBm adalah satuan level daya

dBW satuan level daya dengan referensi daya 1 watt

$$P(\text{dBW}) = 10 \text{ Log } P(\text{watt})/1 \text{ watt}$$

dBm satuan level daya dengan referensi daya 1 mW = 10^{-3} watt

$$P(\text{dBm}) = 10 \text{ Log } P(\text{watt})/10^{-3} \text{ watt}$$

Contoh :

1. 10 watt = dBW
2. 100 watt = dBW
3. 1000 watt = dBW

Jwb :

1. $P(\text{dBW}) = 10 \text{ Log } 10 \text{ watt}/1 \text{ watt} = 10 \text{ Log } 10 = 10 \text{ dBW}$
2. $P(\text{dBW}) = 10 \text{ Log } 100 \text{ watt}/1 \text{ watt} = 10 \text{ Log } 100 = 20 \text{ dBW}$
3. $P(\text{dBW}) = 10 \text{ Log } 1000 \text{ watt} /1 \text{ watt} = 10 \text{ Log } 1000 = 30 \text{ dBW}$

Contoh :

1. 10 Watt = dBm
2. 100 Watt = dBm
3. 1000 Watt = dBm

Jwb :

1. $P(\text{dBm}) = 10 \text{ Log } 10/10^{-3} = 10 \text{ Log } 10^4 = 10*4 = 40 \text{ dBm}$
2. $P(\text{dBm}) = 10 \text{ Log } 100/10^{-3} = 10 \text{ Log } 10^5 = 10*5 = 50 \text{ dBm}$
3. $P(\text{dBm}) = 10 \text{ Log } 1000/10^{-3} = 10 \text{ Log } 10^6 = 10*6 = 60 \text{ dBm}$

Kesimpulan :

- 10 Watt = 10 dBW = 40 dBm
100 Watt = 20 dBW = 50 dBm
1000 Watt = 30 dBW = 60 dBm

Terlihat bahwa dari dBw ke dBm terdapat selisih 30 dB sehingga dapat dirumuskan :

$$P \text{ (dBm)} = P \text{ (dBW)} + 30 \text{ atau,}$$
$$P \text{ (dBW)} = P \text{ (dBm)} - 30$$

Contoh :

$$15 \text{ dBW} = \dots \text{ dBm} \implies 15 + 30 = 45 \text{ dBm}$$

$$60 \text{ dBm} = \dots \text{ dBW} \implies 60 - 30 = 30 \text{ dBW}$$

dBi satuan gain antenna dengan referensi antenna isotropis yang memiliki gain = 1

$$G \text{ (dBi)} = 10 \text{ Log } G_a/G_i \implies G_i = 1$$
$$= 10 \text{ log } G_a$$

Contoh :

Antena Colinear memiliki Gain 7 kali dibanding antenna isotropis. Berapa dBi Gain antenna Colinear tsb?

$$G = 10 \text{ log } 7 = 8.45 \text{ dBi}$$

Contoh :

Antena Yagi memiliki gain 18 dBi

$$18 \text{ dB} = \text{Antilog } 18/10 = 63.095 \text{ kali} \sim 63 \text{ kali}$$

Artinya gain antenna Yagi adalah 63 kali lebih besar dibandingkan antenna Isotropis

Beberapa Contoh penggunaan satuan dB

Contoh 1 :

Sebuah Amplifier mempunyai gain = 20 dB, jika diberi input 10 dBm berapa output amplifier tersebut?

Jawab :

$$P_{\text{out}} \text{ (dBm)} = P_{\text{in}} \text{ (dBm)} + G = 10 + 20 = \underline{\underline{30 \text{ dBm}}}$$

Contoh 2 :

Sebuah Amplifier dengan gain 30 dB, jika outputnya sebesar 45 dBm berapa level inputnya?

Jawab :

$$P_{out}(dBm) = P_{in} (dBm) + G \implies P_{in} = P_{out} - G = 45 - 30 = \underline{15 \text{ dBm}}$$

Contoh 3 :

Output amplifier sebesar 30 dBm akan dilewatkan kabel dengan redaman / loss 2 dB. Berapa level sinyal setelah melewati kabel?

Jawab :

$$P_{out} = P_{in} - L = 30 - 2 = \underline{28 \text{ dBm}}$$

Contoh 4 :

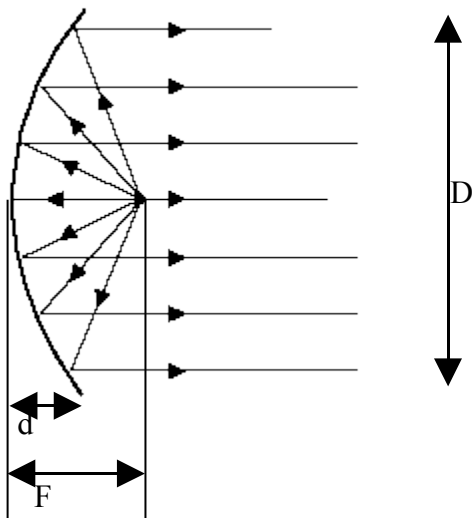
Output RF amplifier sebesar 20 dBm akan diumpankan ke antenna parabolic dengan Gain = 15 dB melalui kabel pigtail yang memiliki redaman / Loss 2 dB. Berapa EIRP dari sinyal tsb.

Jawab :

$$EIRP = P_o - L + G_a = 20 - 2 + 15 = \underline{33 \text{ dBm}}$$

PARABOLIC ANTENA

JARAK TITIK FOCUS PARABOLIC



$$F = \frac{D^2}{16 \cdot d}$$

F : Jarak titik focus dari center parabolic dish

D : Diameter

d : kedalaman (depth)

Contoh :

Parabolic dish dg $D = 70$ cm, $d = 20$ cm maka jarak titik focus dari center dish :

$$F = D^2 / (16 * d) = 70^2 / (16 * 20) = 15.3 \text{ cm}$$

Pada titik focus tsb dipasang ujung feeder. Untuk mendapatkan gain maksimum, atur posisi feeder maju/mundur sampai didapatkan sinyal maksimum.

LEBAR BEAM / SUDUT PANCARAN (BEAMWIDTH) PARABOLIC

$$BW = ((3 * 10^8 / f) * 57.29) / D * \sqrt{\eta}$$

BW : Beamwidth (deg)

f : frekuensi

d : diameter parabolic (m)

η : Effisiensi antenna (0.5) kalo bagus, krn wajan pake aja : 0.35 ~ 0.4

Contoh :

Antena parabolic dg diameter (d) : 70 cm

Frekuensi : 2.4 Ghz = $2.4 * 10^9$ Hz

Effisiensi : 0.4

BW : ?

Jwb :

$$BW = ((3 * 10^8 / 2.4 * 10^9) * 57.29) / 0.7 * \sqrt{0.4} * 57.29 = 16.17 \text{ degrees}$$

GAIN ANTENA PARABOLIC

$$G = 10 \text{ Log Eff} + 20 \text{ Log f} + 20 \text{ Log D} + 20.4$$

G : Gain antenna parabolic (dB)

Eff : Efisiensi

f : frekuensi (GHz)

D : Diameter (m)

Contoh :

Diameter (d) : 70 cm (=0.7m)

Frekuensi (f) : 2.4 GHz

Effisiensi : 0.4

$$G = 10 \text{ Log } 0.4 + 20 \text{ Log } 2.4 + 20 \text{ Log } 0.7 + 20.4 = 20.926 \text{ dB} \sim 21 \text{ dB}$$

Misalnya dalam praktek pembuatan hasilnya meleset 3 db : $21 - 3 = 18 \text{ dB}$ (masih lumayan)

REDAMAN RUANG BEBAS (FREE SPACE LOSS)

$$L_{fs} = 92.5 + 20 \text{ Log } d + 20 \text{ Log } f$$

Lfs : Redaman ruang bebas / Free Space Loss (dB)

d : Jarak (km)

f : Frekuensi (GHz)

Contoh :

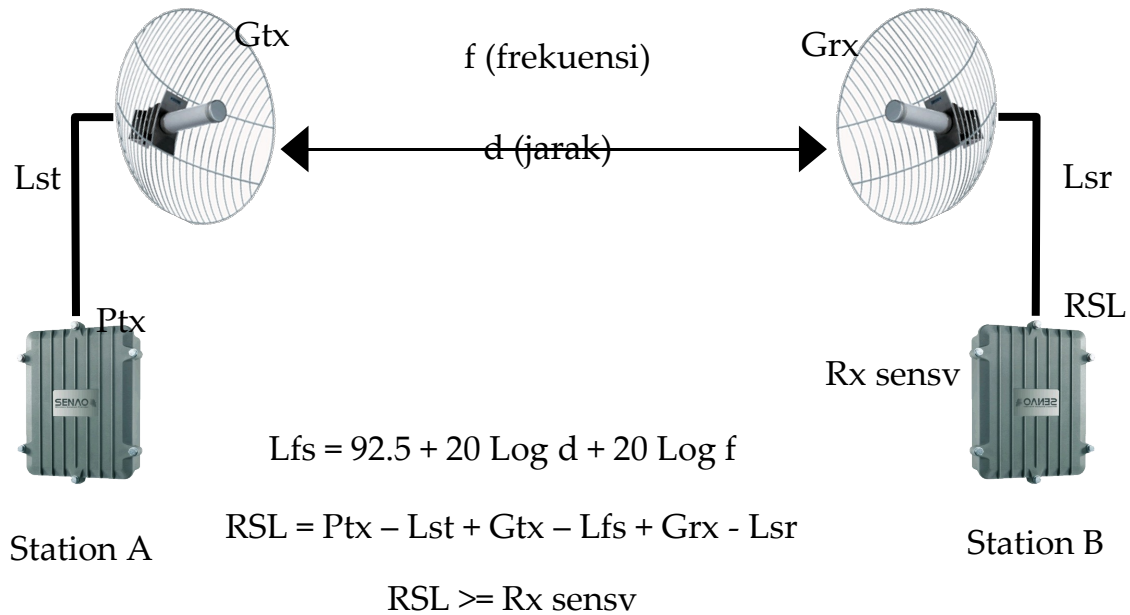
Akan dibuat jaringan dari rumah ke kantor dg frekuensi 2.4 GHz dan jarak 10 km. Berapa redaman ruang bebas untuk jarak tsb?

Jwb :

$$L_{fs} = 92.5 + 20 \text{ Log } 10 + 20 \text{ Log } 2.4 = 120 \text{ dB}$$

LINK BUDGET

Perhitungan link radio untuk menentukan apakah RF power yg dipancarkan station A memenuhi syarat minimum level yg diperlukan setelah diterima di station B, shg kedua station dapat berkomunikasi



Contoh :

Tx Power Station A : 20 dBm, Sensitivitas Receive station B : -83 dBm. Maka station A dan B dapat berkomunikasi jika TX Power yg dipancarkan station A setelah melewati freespace loss sesampai di station B levelnya -83 dBm atau lebih besar

Misal :

Jika Rx Signal Level (RSL) di stasion B = - 70 dBm (>-83 dBm) maka A dan B dapat berkomunikasi

Jika RSL di station B = - 90 dBm (<-83 dBm) maka A dan B tidak dapat berkomunikasi

Jika diketahui parameter : Tx Power, Rx sensitivity, jarak kedua station, dan frekuensi, maka :

- Redaman Ruang Bebas (Freespace Loss) dapat dihitung (berdasar jarak dan frekuensi)
- Untuk membuat sinyal dari A sampai ke B tinggal menentukan Gain antenna Tx (Gt) dan Gain Antena Rx (Gr).

Contoh :

Jarak rumah ke ISP = 10 km. Akan dibuat radio link dg frek 2.4 GHz menggunakan sepasang WLAN dg Tx Power = 15 dBm, Rx Sensitivity = -83 dBm. Antena parabolic yg digunakan di rumah Gt = 22 dB, antenna yg di ISP Gr = 19 dB. Loss / redaman) saluran transmisi dari WLAN ke Antena diabaikan.

Pertanyaan : Apakah A dan B dapat berkomunikasi?

Jwb :

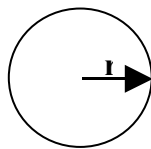
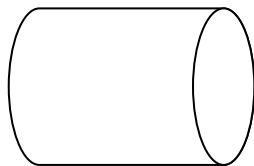
$$\begin{aligned} Lfs &= 92.5 + 20 \text{ Log } f + 20 \text{ Log } d \\ &= 92.5 + 20 \text{ Log } 2.4 + 20 \text{ Log } 10 \\ &= 120 \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RSL} &= \text{Tx} + \text{Gt} - \text{Lfs} + \text{Gr} \\ &= 15 + 22 - 120 + 19 \\ &= -64 \text{ dBm} \end{aligned}$$

- Lihat RSL (-64 dBm) > Rx Sensitivity (-83 dBm)
- RSL sebesar 19 dB lebih besar dari level minimum yg diperlukan shg A dan B dapat berkomunikasi dg rate maksimum.
- Dalam praktek RSL 15 dB di atas Rx Sensitivity sudah cukup (disebut fading margin atau Sistem Operating Margin)

CIRCULAR WAVEGUIDE

Jika jari-jari lingkaran penampang Circular Waveguide diketahui maka panjang gelombang terbesar (frekuensi paling rendah) yang dapat dilewatkan dapat dihitung dengan rumus berikut :



r = jari-jari (m)

$$\begin{aligned} \lambda_0 &= \frac{2 \times \pi \times r}{1.8414} \\ &= 3.4122 r = 3.4 r \end{aligned}$$

$$\text{Frekuensi terendah} = 3 \times 10^8 / \lambda_0 = 3 \times 10^8 / 3.4r$$

CONTOH :

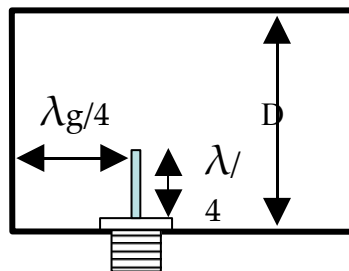
Kaleng susu dengan diameter 98 mm. Berapa frekuensi terendah yang dapat dilewatkan melalui kaleng tersebut?

Jawab :

$$r = D/2 = 98/2 = 46.5 \text{ mm} = 0.0465 \text{ m}$$

$$\text{Frekuensi terendah} = 3 \times 10^8 / 3.4 \times 0.0465 = 1897533206.83 = 1897.5 \text{ MHz}$$

Jika kaleng susu di atas akan dibuat feeder untuk frekuensi 2437 MHz (Channel 6 Wifi) maka mountingnya adalah sebagai berikut :



Berapa $\lambda_g/4$ dan $\lambda/4$?

$$\lambda = 3 \times 10^8 / 2437 \times 10^6 = 123.1 \text{ mm}$$

$$\lambda/4 = 123.1 / 4 = \underline{\underline{30.775 \text{ mm} \sim 30.5 \text{ mm}}}$$

$$\lambda_0 \text{ untuk kaleng diameter } 98 \text{ mm} \text{ adalah } = 3.4 r = 3.4 \times 46.5 = 158.1 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_0)^2}}$$

$$(\lambda/\lambda_0)^2 = (123.1 / 158.1)^2 = 0.60625$$

$$1 - (\lambda/\lambda_0)^2 = 1 - 0.60625 = 0.39375$$

$$\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_0)^2} = \sqrt{0.39375} = 0.6275$$

$$\lambda_g = 123.1 / 0.6275 = 196.1753 \text{ mm}$$

$$\underline{\underline{\lambda_g/4 = 196.1753 / 4 = 49 \text{ mm}}}$$

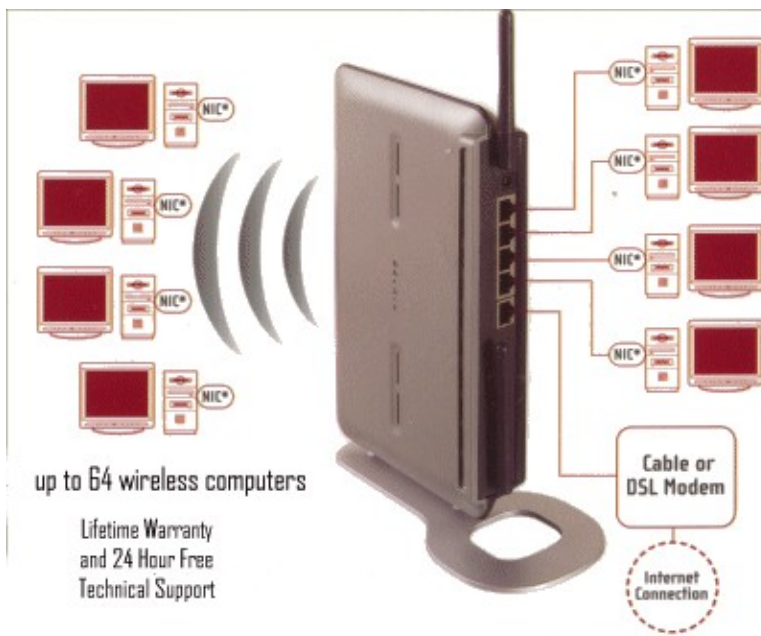
MENGENAL PERANGKAT WIRELESS LAN (BERDASAR INTERFACE)

WLAN YG MENGGUNAKAN MEDIA KABEL UTP
ACCESS POINT / BRIDGE / WDS



- Konektor untuk DC Power Supply
- Konektor RJ45 untuk kabel UTP
- Antena ada yg fix / detachable
- Tombol RESET (reset to factory default)
- LED power Indicator
- LED Link activity (LAN)
- LED WLAN

WIRELESS DSL GATEWAY



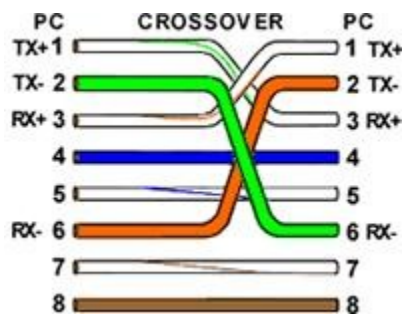
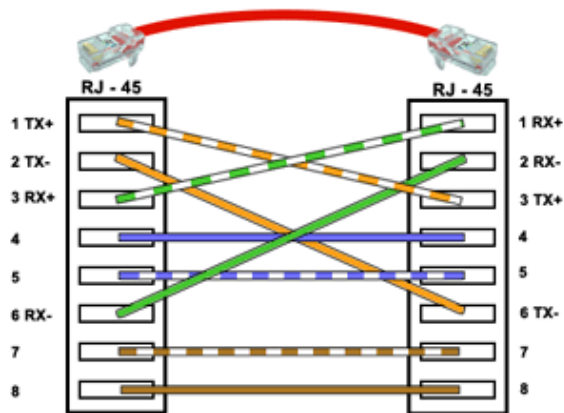
- NAT

- Client Connection :
Wired & Wireless

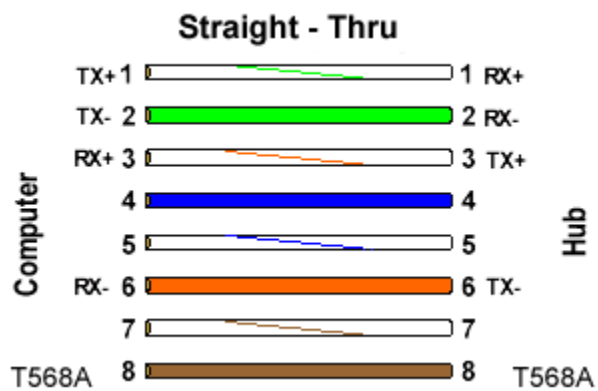
Tdk ada mode sbg
Client

Kabel UTP biasanya menggunakan hubungan cross. Ada produk WLAN tertentu yg dapat terhubung dg kabel UTP cross atau straight yg disebutkan dlm spec-nya : Auto MDI/MDIX.

Kabel UTP hubungan CROSS



Kabel UTP hubungan STRAIGHT

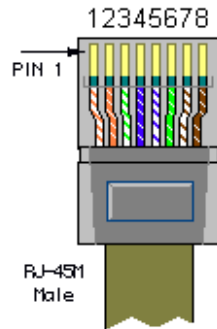


Data Pin Konektor RJ45

Crossover Cable	
RJ-45 PIN	RJ-45 PIN
1 Rx+	3 Tx+
2 Rc-	6 Tx-
3 Tx+	1 Rc+
6 Tx-	2 Rc-

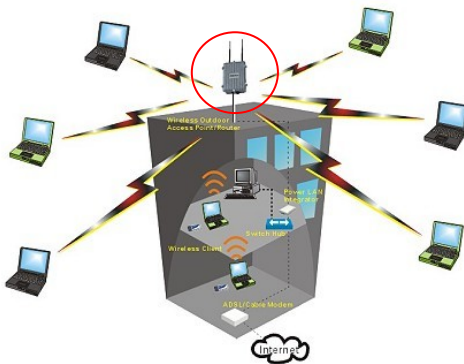
1-orange/white
 2-orange
 3-green/white
 4-blue
 5-blue/white
 6-green
 7-brown/white
 8-brown

Straight Through Cable	
RJ-45 PIN	RJ-45 PIN
1 Tx+	1 Rc+
2 Tx-	2 Rc-
3 Rc+	3 Tx+
6 Rc-	6 Tx-

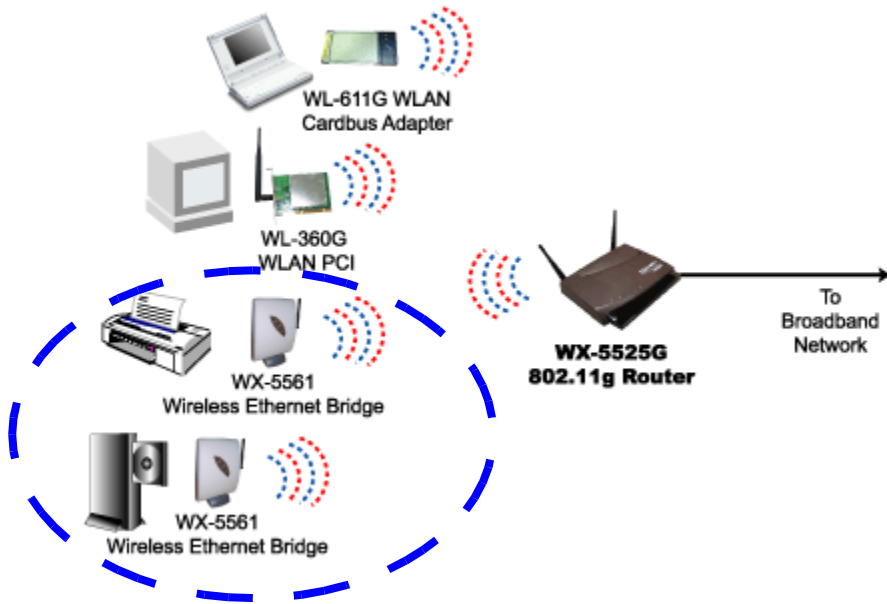


MODE OPERASI

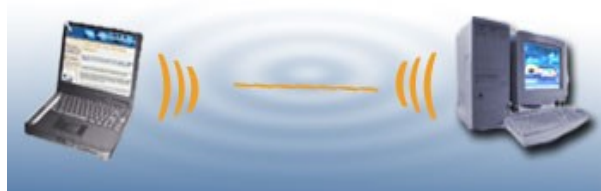
MODE #1 : ACCESS POINT (POINT TO MULTIPOINT)



MODE #2 : CLIENT BRIDGE P2MP / AP CLIENT / WIRELESS ETHERNET BRIDGE



MODE #3 : CLIENT BRIDGE P2P / AD HOC



- Perlu 2 (dua) IP Address (untuk WLAN dan LAN adapter)
- Menggunakan Power Supply External
- Dapat menggunakan kabel UTP yang panjang untuk keperluan outdoor

WLAN USB (USB WIFI ADAPTER)



- Kebanyakan berfungsi sbg client adapter
- Perlu 1 (satu) IP Address
- Power supply diambil dari port USB pada PC (tak perlu Power Supply tambahan)
- Dapat menggunakan USB Active Extension Cable untuk keperluan outdoor dengan panjang terbatas 4~5 segmen kabel (20 ~ 25 meter)
- Kabel USB Active Extension harganya lebih mahal dari kabel UTP dan agak sudah dicari.

WLAN PCI CARD



- Kebanyakan berfungsi sbg Client
- Perlu 1(satu) IP Address
- Power WLAN dari slot PCI
- Jika antenanya akan ditaruh di luar gedung, perlu memperpanjang kabel coaxial ke antenna
- Kabel coaxial untuk frekuensi 2.4 GHz yang panjang selain mahal juga menimbulkan Loss / redaman sinyal RF

ANTENA 2.4 GHz

Beberapa Contoh Design Antena 2.4 GHz

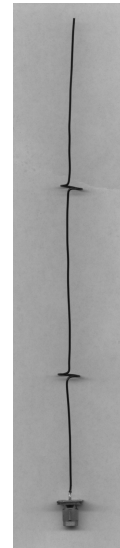
Kebanyakan antenna homebrew wifi yg ada di internet : antenna yagi, antenna kaleng (tincan antenna), antenna biquad, antenna helix, antenna slotted waveguide. Komponen yg selalu ada dlm design antenna-antena tsb : N-type Connector & pigtail



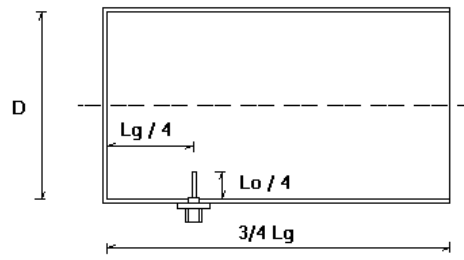
Konektor : N-type Male, N-type Female, RP TNC Male, RP TNC Female, Pigtail



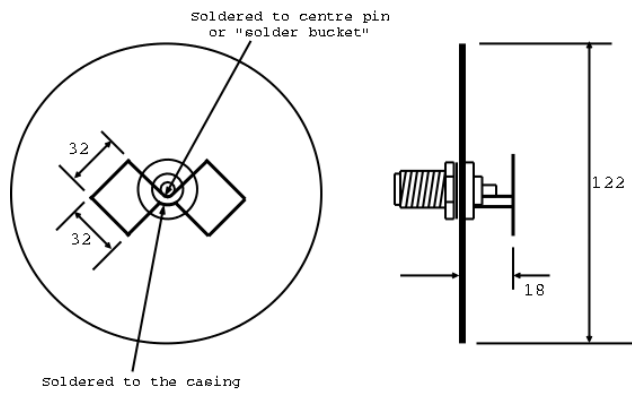
Antena Yagi



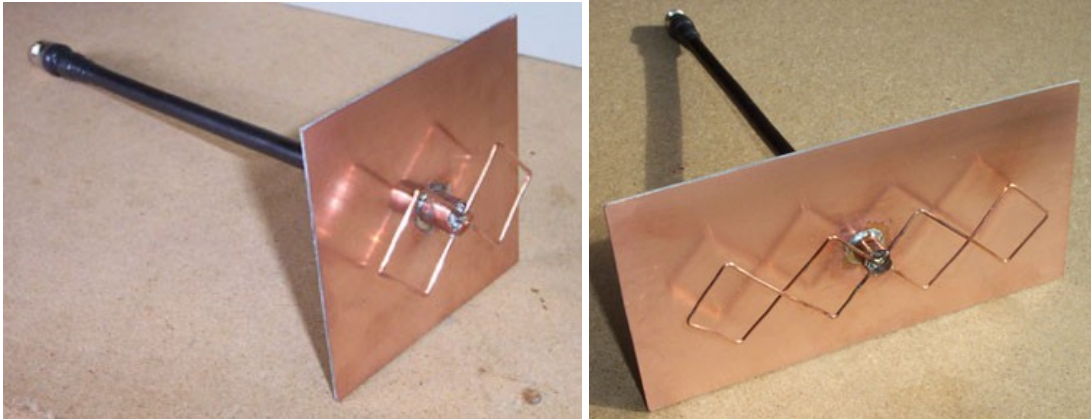
Antena Colinear



Antena Kaleng (Tin Can Antenna)



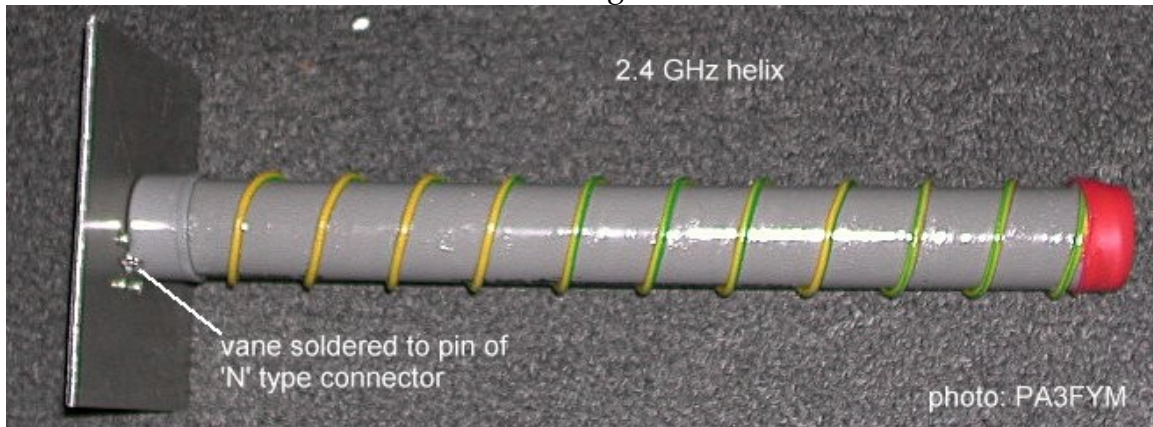
2.4 GHz Biquad Sector Antenna



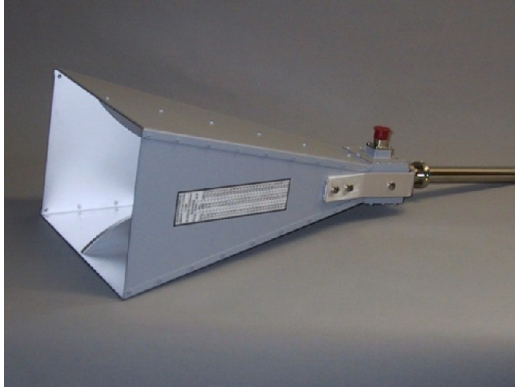
Antena Biquad & Double Biquad



Antena Waveguide Slot



Antena Helix



Antena Horn

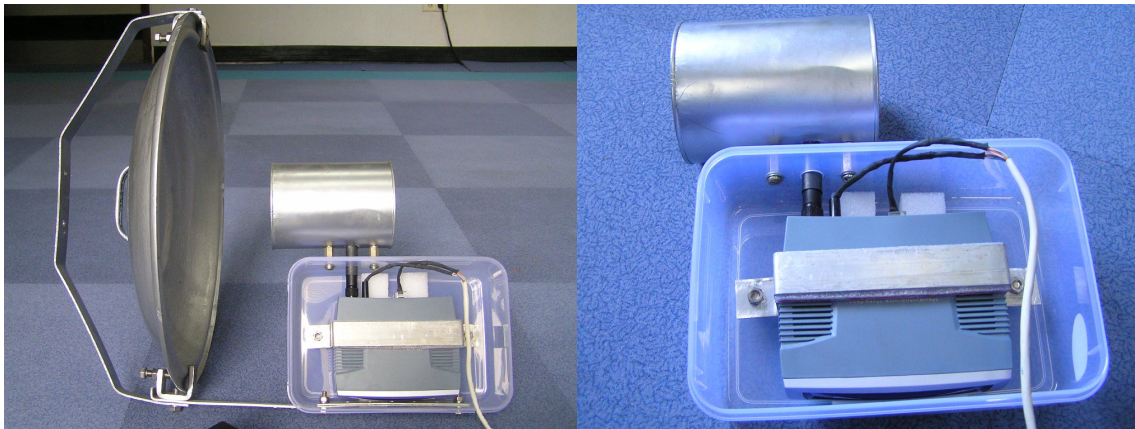


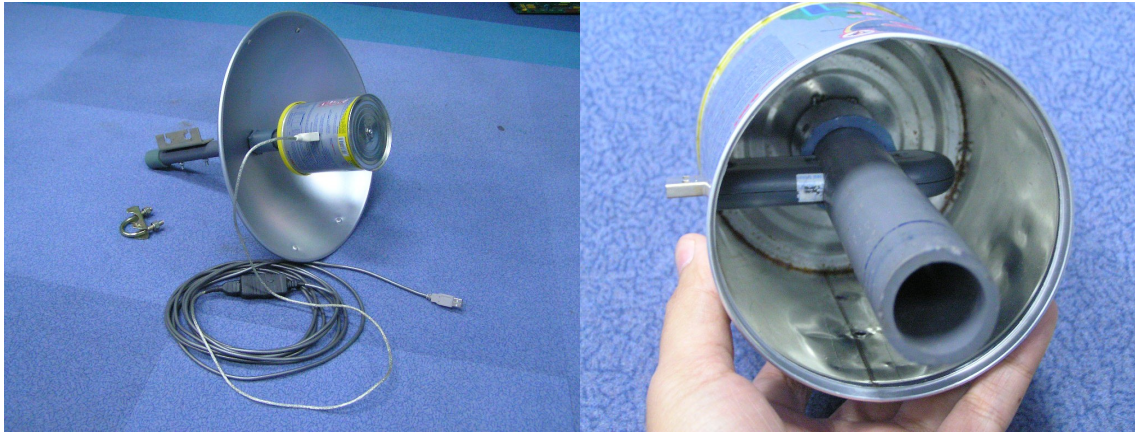
Antena Parabolic Grid

Dengan adanya N-type Connector dan Pigtail maka :

- Biaya beli konektor dan pigtail
- Perlu penyolderan
- Timbul Loss / redaman sinyal RF akibat sambungan yang tidak baik dan panjang kabel pigtail
- Timbul SWR jika saluran transmisi (pigtail) dengan antenna tidak match

Design antenna yang tidak memakai pigtail





Kemudahan yang didapat :

- Tidak memerlukan N-type connector dan pigtail sehingga menghemat biaya
- Tidak memerlukan pekerjaan penyolderan
- Tidak ada Loss / redaman sinyal RF
- Tidak ada urusan lagi dengan SWR

Antena WajanBolic

Kenapa disebut WajanBolic?

- Wajan : penggorengan, alat dapur buat masak
- Bolic : parabolic
- WajanBolic : Antena parabolic yg dibuat dari wajan

Karena berasal dari wajan maka kesempurnaannya tidak sebanding dg antenna parabolic yg sesungguhnya.

Dalam workshop akan dibuat Antena WajanBolic dengan Wifi USB Adapter dengan pertimbangan :

- Tidak perlu pekerjaan penyolderan kabel dan konektor
- Tidak ada pekerjaan modifikasi pada system RF sehingga tidak perlu khawatir dengan masalah SWR
- Tidak perlu bongkar casing PC dalam instalasinya seperti jika menggunakan Wifi PCI Adapter
- Tidak perlu power Supply external, karena power supply Wifi diambil dari port USB PC Desktop atau notebook sehingga memudahkan pada saat outdoor live test menggunakan notebook
- Operasional koneksi ke AP mudah

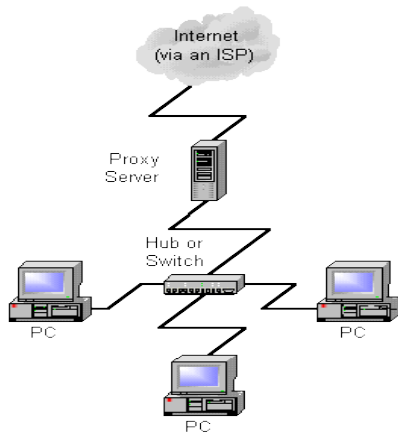
Beberapa kekurangan antenna WajanBolic :

- Karena berupa solid dish maka pengaruh angin cukup besar sehingga memerlukan mounting ke tower yang cukup kuat
- Untuk keperluan outdoor diperlukan USB Active Extension Cable beberapa segmen sehingga untuk panjang kabel tertentu harga kabel menjadi lebih mahal dari Wifi USB

INTERNET CONNECTION SHARING (ICS)

ICS VIA PC WIN 98SE/2000/XP (WIRED)

Internet – LAN Card#1 – PC – LAN Card#2 – Switch – PC Client

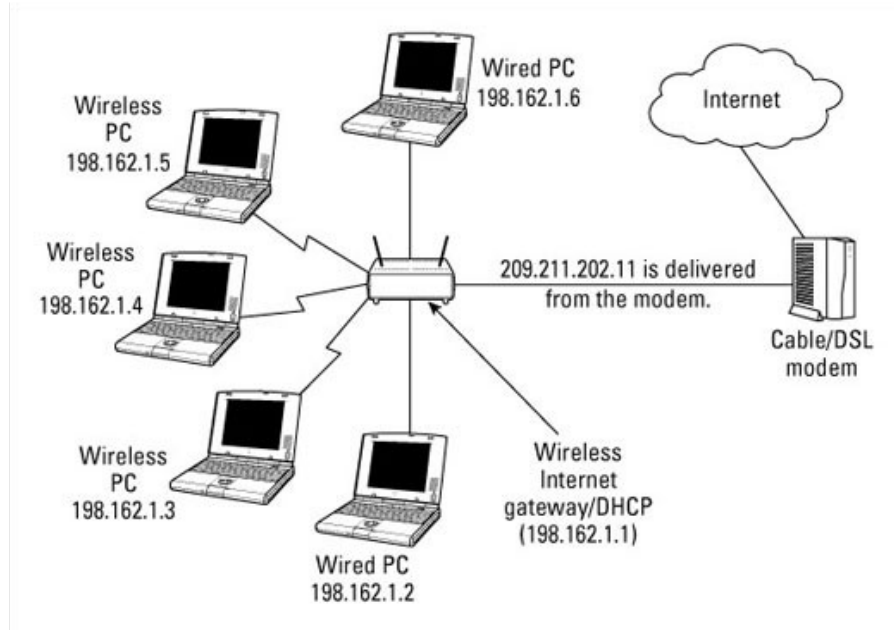


ICS VIA PC WIN 98SE/2000/XP (WIRELESS)

Internet – LAN Card#1 – PC – LAN Card #2 – Access Point ----- Wireless Client Adapter + PC Client

- Hub / switch digantikan dengan Access Point
- Pada Access Point perlu 1 (satu) IP address

ICS DG WIRELESS DSL GATEWAY



BEBERAPA CONTOH APLIKASI

- Home to Office Networking
- RT/RW Net
- Wireless ISP (Home to Warnet)

STEP BY STEP PEMBUATAN ANTENA WAJANBOLIC

Bahan-bahan yang diperlukan :

- USB Wifi Adapter + kabel USB + CD driver
- Wireless Access Point
- Wajan aluminium diameter 36 cm
- Pipa PVC 3 inch panjang disesuaikan
- Dop pipa 3 inc : 2 buah
- Besi plat bentuk L
- Baut dan mur besar
- Baut U 1 ½ inch : 1 buah
- Aluminium foil secukupnya
- Lem pipa atau Lem karet
- Silikon rubber

Alat-alat yang diperlukan :

- Mesin bor

- Kabel extender
- Kikir bulat atau ½ lingkaran
- Kikir datar
- Gergaji
- Pisau cutter
- Solder ujung lancip
- Penggaris
- Kunci shock
- Papan kayu untuk alas bor
- Antena tower 2 ~ 3 meter
- Notebook

Hal-hal yang perlu diperhatikan (untuk keselamatan kerja)

1. Alat-alat listrik (mesin bor, solder dsb) yang tidak sedang digunakan dicabut dari stop kontak listrik
2. Benda-benda tajam (cutter, kikir, mata bor dsb) yang tidak sedang dipakai ditaruh pada posisi yang aman.
3. Serpihan-serpihan potongan logam segera dikumpulkan dan dimasukkan ke tempat sampah

Langkah kerja (Lihat slide show)

Pengetesan antenna :

1. Install driver
2. USB Wifi tidak terpasang ke port USB Notebook/PC
3. Masukkan CD driver dan ikuti langkah-langkah instalasi sampai selesai
4. Hubungkan kabel USB Wifi ke port USB Notebook melalui kabel USB
5. Jika USB Wifi sudah terdeteksi berarti instalasi berhasil

Test koneksi ke Remote Ap

1. Lakukan scan AP
2. Mencoba konek ke AP yang berhasil di scan
3. Mengamati Signal Strength dan Link Quality
4. Menset IP USB Wifi sesuai dengan IP-nya AP
5. Mencoba test ping ke AP
6. Mengamati hasil tes ping

Test Ping vs Channel AP

1. Men-set AP pada channel 1 (IP Address tetap)

2. Melakukan scan dan konek pada Wifi USB ke AP channel 1
3. Melakukan test ping ke AP dan mengamati hasilnya
4. Mengulangi langkah 1 s/d 3 untuk AP dengan channel 6 dan 11
5. Membandingkan hasil test ping untuk ketiga channel

Pengkukuran signal strength menggunakan Netstumbler

1. Aktifkan program Netstumbler
2. Pilih AP yang di-detect
3. Amati level sinyal (... dBm) pada tampilan Netstumbler
4. Ulangi langkah di atas menggunakan USB Wifi yang tidak terpasang pada antenna WajanBolic
5. Bandingkan hasilnya