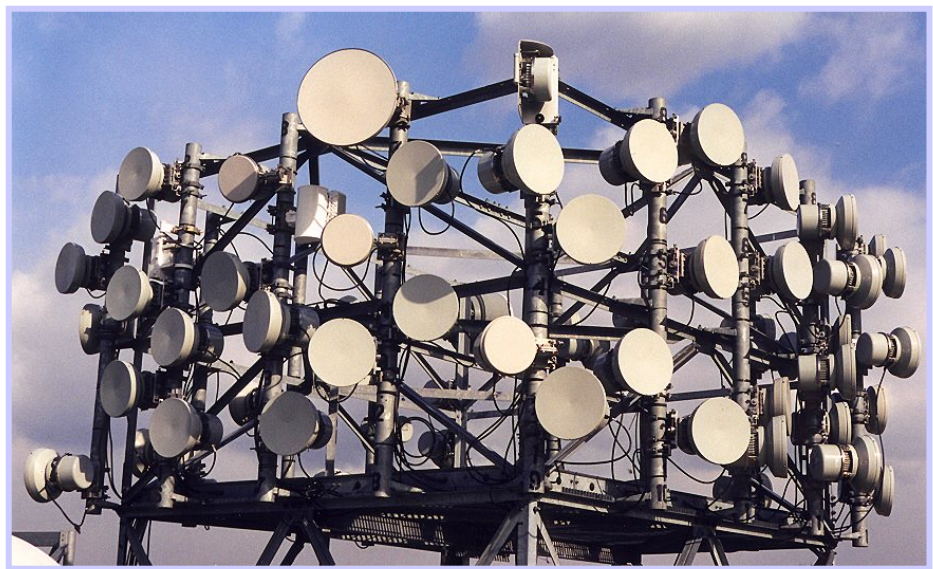
Wireless 802.11 a/b/g



Divisi Training
PT UFOAKSES SUKSES LUARBIASA
Jakarta
nux@ufoakses.co.id

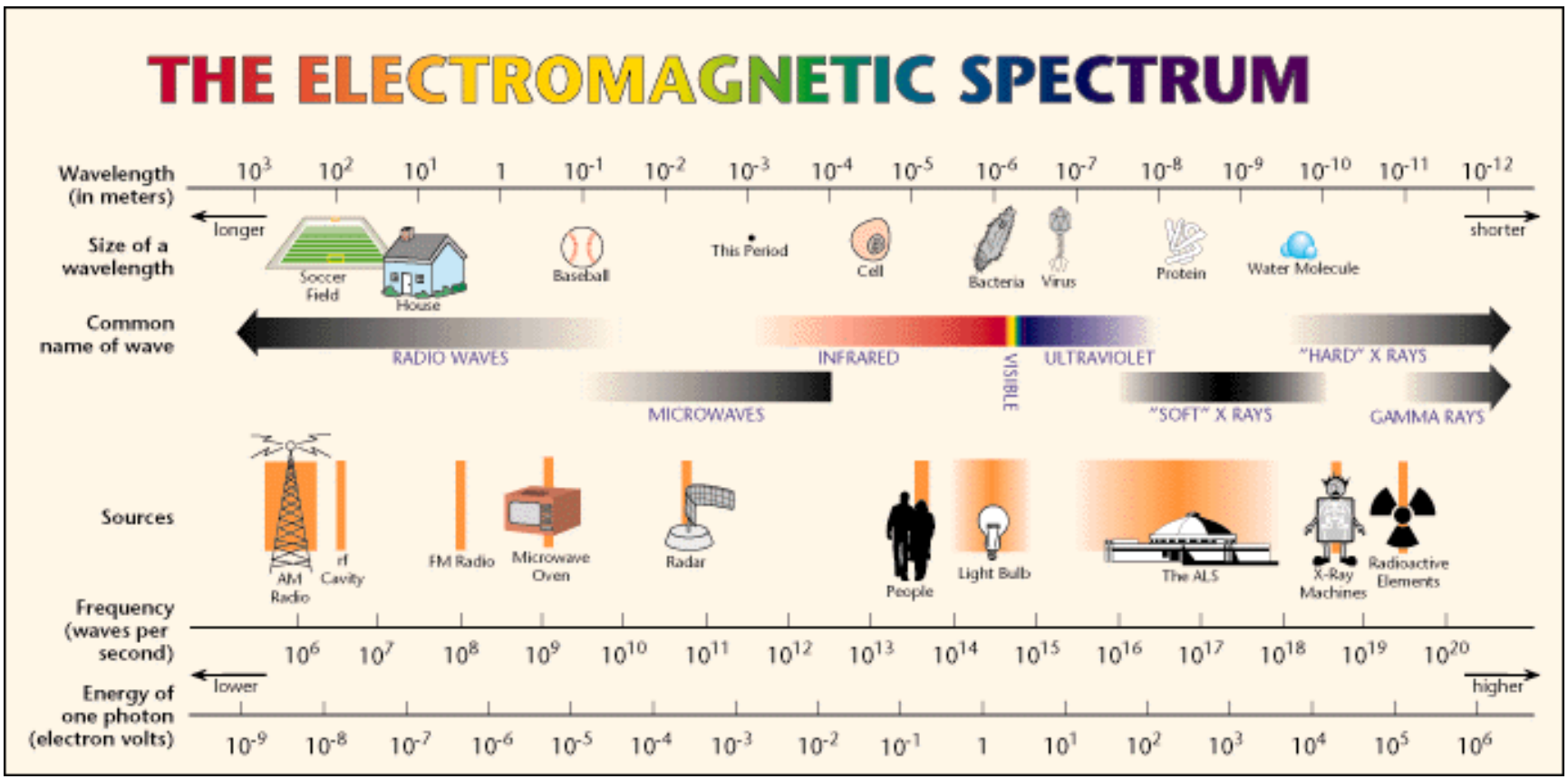
Wireless LAN

- Teknologi yang menghubungkan 2 buah komputer atau lebih dengan menggunakan media transmisi gelombang radio.
- Teknik radio tersebut memanfaatkan kelemahan panca indera manusia.
- Teknologi radio mengabungkan sinyal frekuensi rendah dan gelombang pembawa yang frekuensi tinggi ke dalam modulator untuk kemudian di konversi ke gelombang elektromagnet dan dipancarkan ke udara.

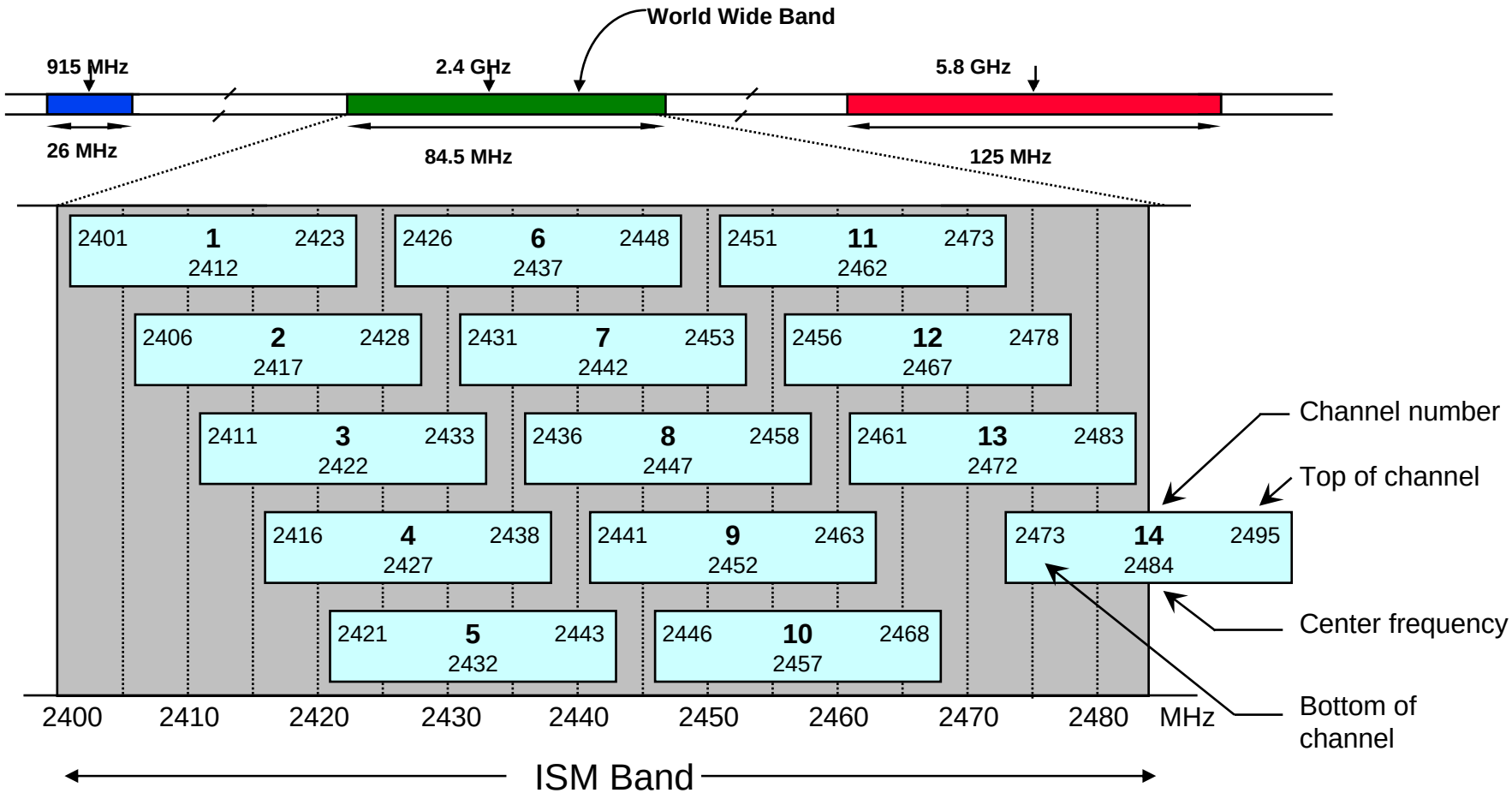
Mode Frekuensi

- ***802.11b***
  - Menggunakan frekuensi 2400 MHZ-2485 MHZ dan bandwith dari 2 Mbps-108 Mbps
  - Hanya ada 11 kanal dalam bandwith 83,5 Mhz
  - Menggunakan gelombang pembawa 2,4Ghz yang dikategorikan gratis oleh ITU
- ***802.11a***
  - Menggunakan frekuensi 5,2-5,8 Ghz
- ***802.11g***
  - Sama dengan 802.11b hanya bandwith sampai 108 Mbps

Spektrum Frekuensi



Pemetaan Frekuensi 2,4 Ghz



Wireless Data Transport

- FHSS
  - Data dikirim dengan melompat-lompat dari satu frekuensi ke frekuensi lainnya,tergantung dari kondisi frekuensinya. Tersedia 78 kanal dengan lebar kanal masing-masing sekitar 1 Mbps
- DSSS
  - Data dikirim langsung pada satu frekuensi tertentu dan tidak dipindah-pindah. Tersedia 11 kanal dengan lebar masing-masing 22 Mbps
- OFDM
  - Mengunakan prinsip FDM (frekuensi-division multiplexing) dan diimplementasikan sebagai komunikasi digital. Mengunakan bit stream dalam komunikasi datanya.

Fungsi wireless LAN

- Dalam kategori penggunaan wireless LAN , ada 2 penggunaan yang bisa dimanfaatkan :
  - Penggunaan wireless LAN dalam ruangan (indoor)
  - Penggunaan wireless LAN luar ruangan (outdoor) yang gunanya untuk menghubungkan dua titik diluar rumah atau gedung.
- Untuk standar outdoor menggunakan 802.16

Kaidah dalam Wireless

- Frekuensi
- Tx power
- Rx sensitivity
- Looses
- EIRP
- Free Space Lose (FSL)
- Line Of Sight
- Fresnel Zone

Tx Power

- Radio mempunyai daya untuk menyalurkan sinyal pada frekuensi tertentu, daya tersebut disebut Transmit (Tx) power dan dihitung dari besar energi yang disalurkan melalui satu lebar frekuensi (bandwith)
- Contoh , satu radio memiliki Tx power +18dBm maka jika dikonversi ke Watt akan didapat 0,064 W atau 64 mW.

Perhitungan dB-mWatt

- dBm adalah nilai 10 log dari sinyal untuk 1 mW
- dBw adalah nilai 10 log dari sinyal untuk 1 W
- Sinyal 100 mW jika dijadikan dBm akan menjadi :

$$\text{Persamaan dBm} = \frac{10 \log 100 \text{ (mW)}}{1\text{mW}} = 20 \text{ dBm}$$

Rx Sensitivity

- Semua radio memiliki point of no return yaitu keadaan dimana radio menerima sinyal kurang dari Rx sensitivity yang ditentukan dan radio tidak mampu melihat datanya.
- Misal 802.11b mempunyai received sensitivitinya -78 dBm maka pada level ini bit Error Ratenya (BER) dari 10-5 (99,999 %) akan terlihat.
- Rx sensitivity akan bervariasi bergantung dari banyak faktor

EIRP

- Effective Isotropic Radiated Power adalah daya pancar total perangkat setelah diperhitungkan dengan antena dan gangguan lainya
- EIRP = dBm alat + dBi antena – Losses
- Losses = akibat dari konektor , panjang kabel pigtail dll

Losses Kabel

- Setiap transmisi akan kehilangan daya pada setiap 30 meter kabel untuk frekuensi 2,4 Ghz
- RG 8 losses 10 dB setiap 30 meter
- LMR 400 losses 6,8 dB setiap 30 meter
- LMR 600 losses 5,4 dB
- Heliax 3/8 “ losses 5,36 dB
- Heliax ½ “ losses 3,47 dB
- Heliax 5/8 “ losses 2,15 dB

Andrew Corporation Heliax

Times Microwave LMR types

Free Space Loss

- Rambatan frekuensi di udara akan mengalami loss dengan rumus :
  - FSL (dB) = 32,45 + 20 log 10 F (MHZ) + 20 Log 10 D (Km)
- Untuk FSL pada jarak 1 km menggunakan frekuensi 2,4 GHz adalah :
  - FSL = 32,45 + 20 log 10 (2400) + 20 log 10 (1)

    = 100,05 dB

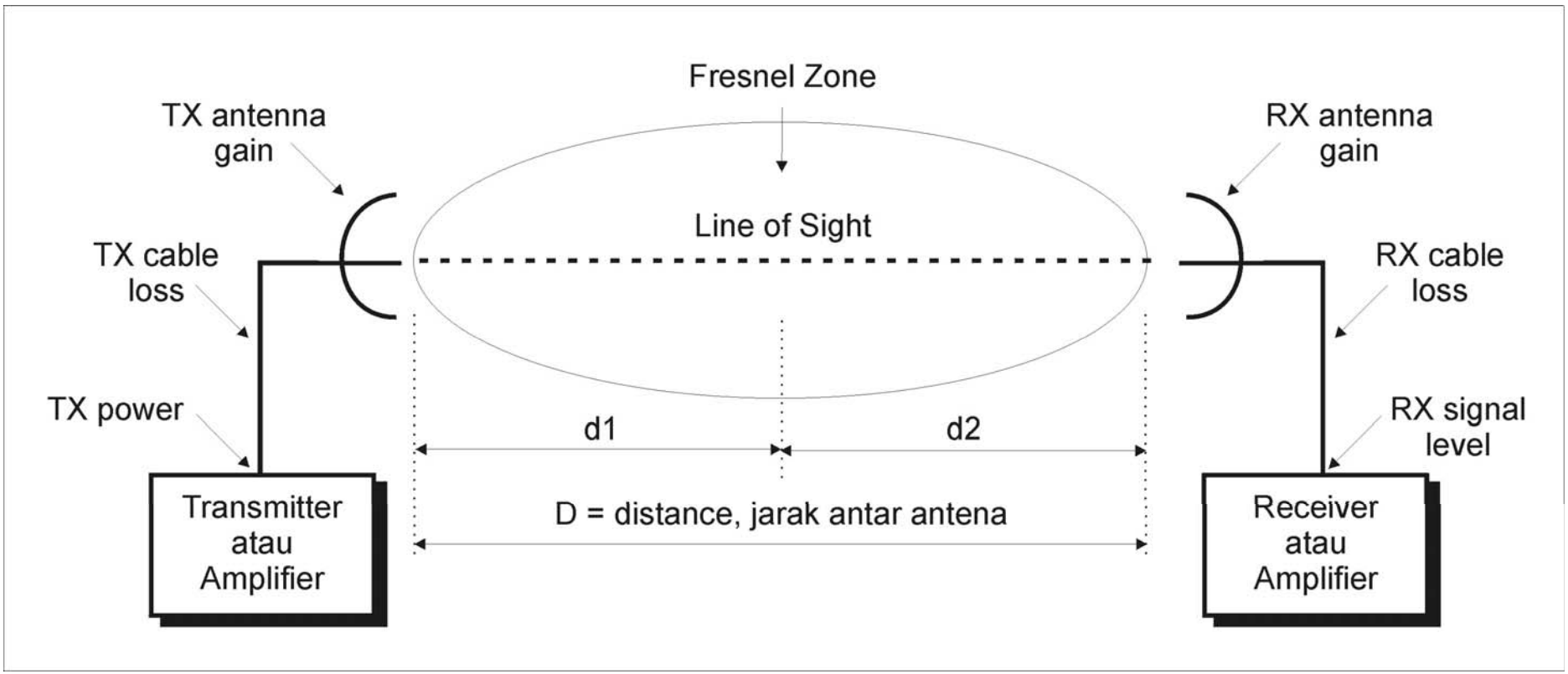
Line Of Sight

- Aplikasi wireless LAN di luar ruangan harus memenuhi prinsip Line of sight (tanpa penghalang)

Fressnel Zone

- Adalah area disekitar garis lurus antar antena yang digunakan sebagai media rambat frekuensi.
- Secara ideal fresnel zone harus dipenuhi.
- 20 % gangguan fresnel zone akan mempengaruhi kualitas link namun lebih dari itu akan sangat mempengaruhi.
- Halangan fresnel zone dapat berupa bangunan dan juga pepohonan (karena air pada daun akan menyerap sinyal)

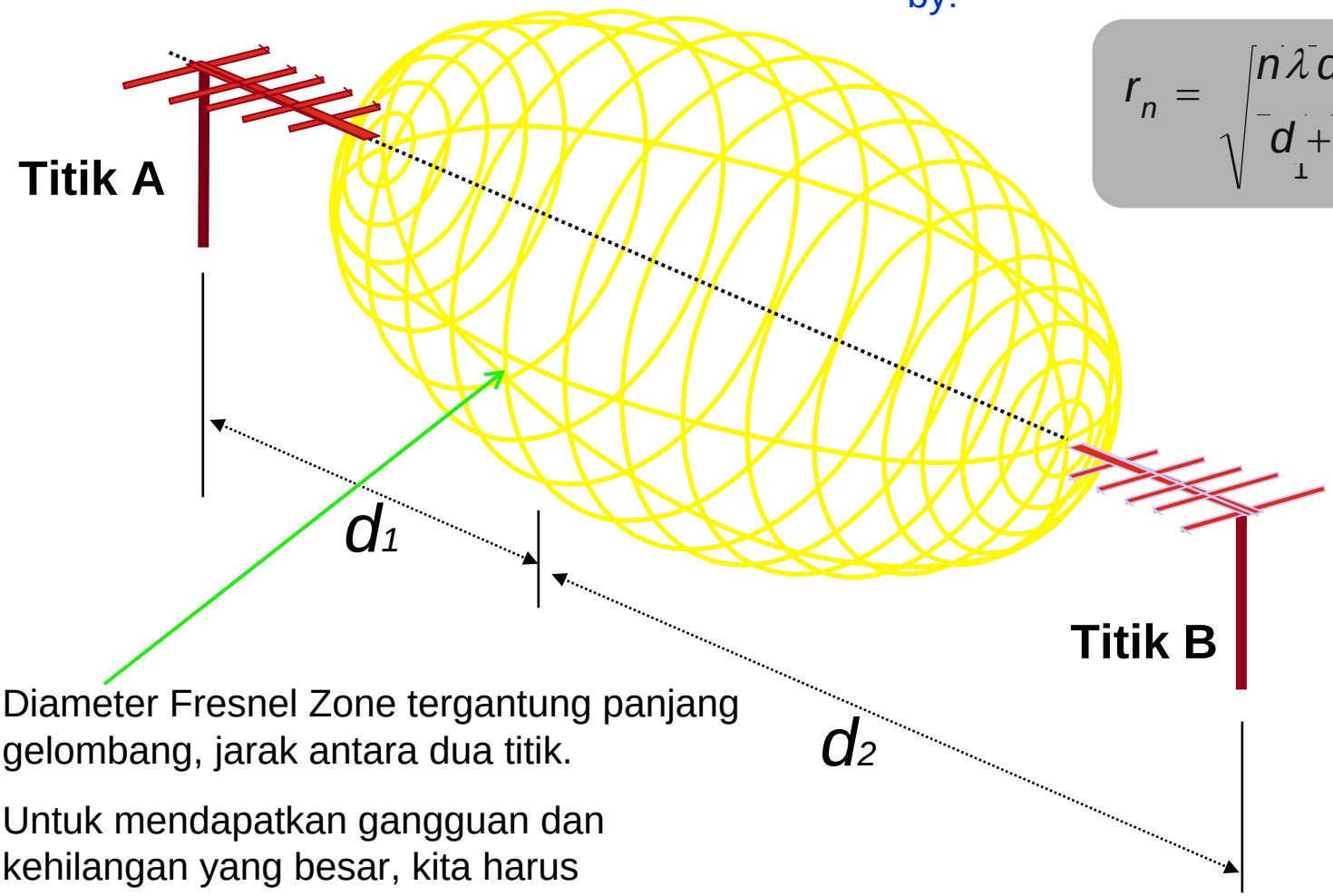
Gambar Fresnel Zone



Penjabaran Fresnel Zone

Radius of n^{th} Fresnel Zone given by:

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$



- Diameter Fresnel Zone tergantung panjang gelombang, jarak antara dua titik.
- Untuk mendapatkan gangguan dan kehilangan yang besar, kita harus mendapatkan jalur yang bersih pada 0.6F1+ 3m

Mengatasi Fresnel Zone

- Meninggikan letak posisi antena pada infrastruktur yang ada
- Membangun tower dengan posisi antena pada posisi tertinggi
- Menaikkan ketinggian tower
- Meletakkan posisi antena yang berbeda
- Membuat repeater
- Memotong pohon yang menganggu RF

GPS

- Global Positioning System adalah Alat untuk mengukur ketinggian dan posisi pemasangan di dua titik .

Konsep Antena

- Antena merupakan device pasif yang hanya mengarahkan gelombang elektromagnet.
- Dalam antena dikenal istilah :
- Directionality (Arah) dalam satuan derajat
  - Omnidirectional (360 derajat)
  - Directional (45 , 30, 60 derajat)
- Antena gain (penguatan antena)
  - Dalam satuan dB (lebih besar db maka jarak area lebih jauh / luas)
- Polarisasi (arah rambat gelombang)
  - Vertikal
  - Horisontal

Radiated Power
Pada Antena

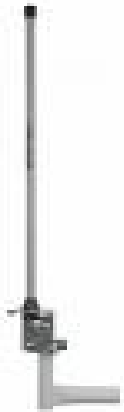
Dalam sistem wireless, antena digunakan untuk meng-konversi gelombang listrik menjadi gelombang elektromagnet. Besar energi antena dapat memperbesar sinyal terima dan kirim, yang disebut sebagai Antenna Gain yang diukur dalam :

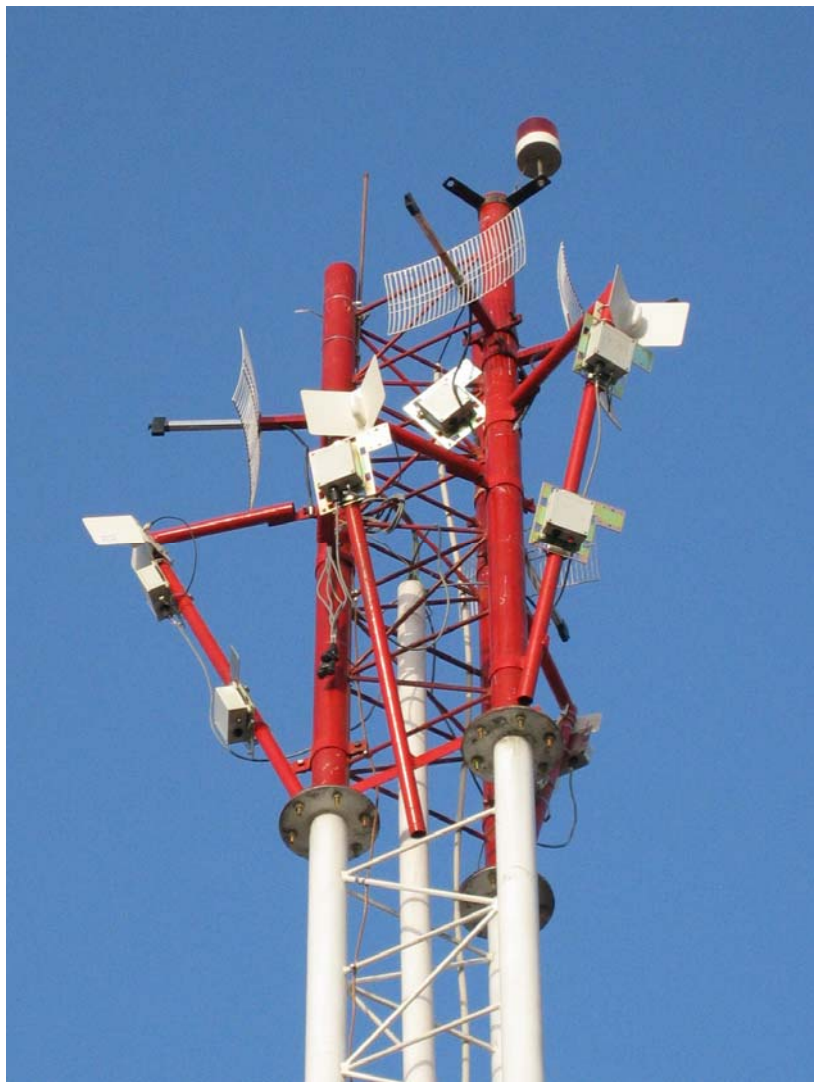
dBi : relatif terhadap isotropic radiator

dBd: relatif terhadap dipole radiator

dimana 0 dBd = 2,15 dBi

Jenis –jenis Antena

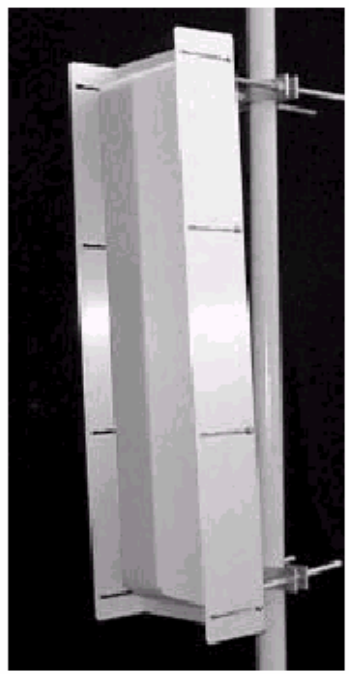




Polarisasi Antena

Horizontal ⟵

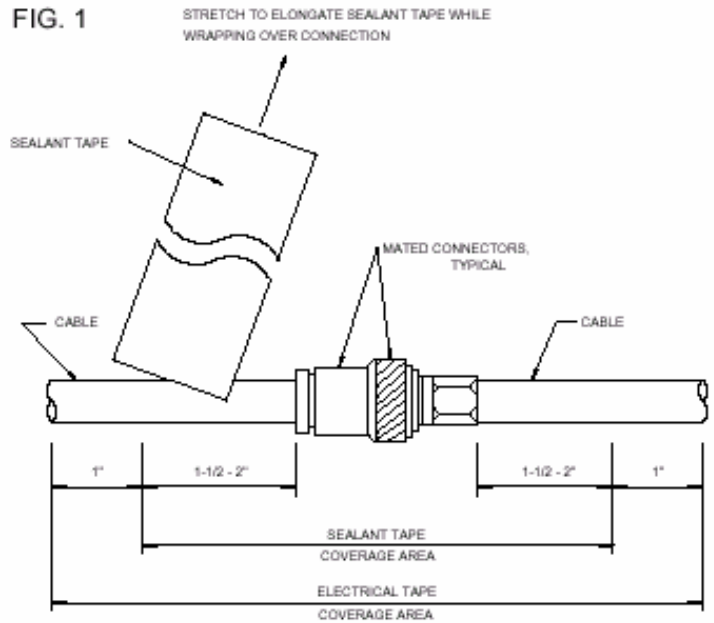
Vertical ⟶



Sambungan Antena
Sambungan antena harus diperhatikan

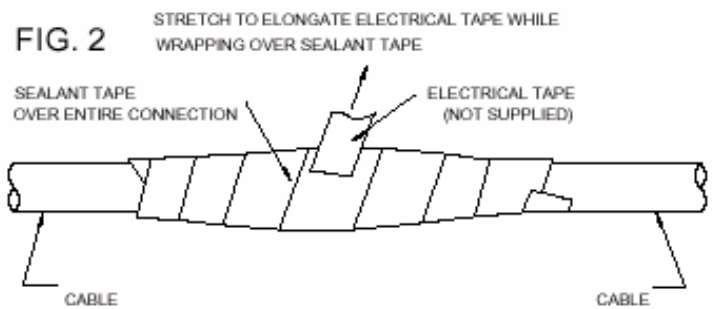
Step 1.
Beginning as shown in Fig. 1, by overlapping half-width, wrap sealant tape over entire connection.

FIG. 1



Step 2.
Gently press on the sealant tape, forming it to the connection, itself and the cable jackets, as shown in Fig. 2.

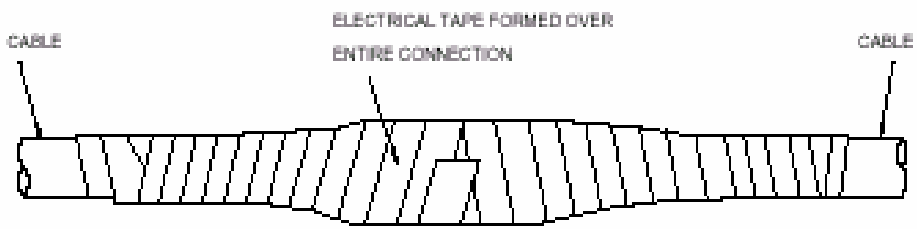
FIG. 2



Sambungan Antena
Pemakaian selotape harus betul-betul diperhatikan

Step 3.
By overlapping half-width, wrap electrical tape (not supplied) over the entire sealant tape connection. While stretching tape, begin at center of formed sealant tape and wrap towards one end approximately one inch beyond end of sealant tape. Insure tight electrical tape coverage onto cable jacket. Without breaking electrical tape, reverse direction and wrap to other end, again extending approximately one inch beyond end of sealant tape. Again, insure tight electrical tape coverage onto cable jacket. Reverse direction again and wrap electrical tape to center of connection and stop.

FIG. 3 ELECTRICAL TAPE WRAPPED TIGHTLY AGAINST CABLE JACKET, TYPICAL BOTH ENDS.

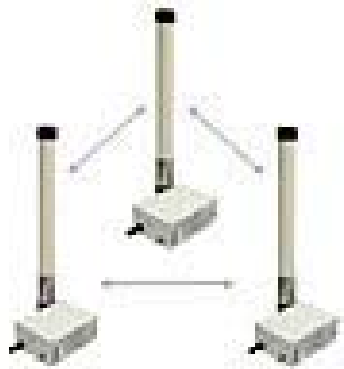


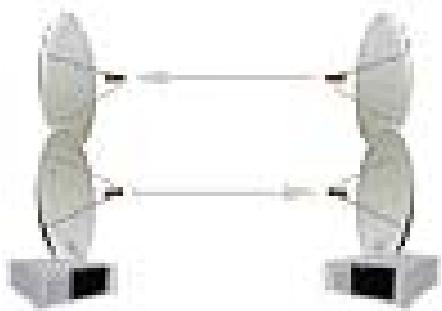
Jenis – Jenis Konektor

Proteksi Cuaca

- Cuaca akan sangat berpengaruh dalam sistem jaringan wireless maka perlu diperhatikan antara lain :
- Konektor harus tertutup rapi dan dilapisi dengan bahan plastik (selotip karet)
- Persiapkan penangkal petir dan grounding yang baik pada pemasangan antena di luar ruangan. Ground harus disambung maksimal 2 meter dari bangunan.
- Pastikan penggunaan radio yang tepat. Radio outdoor yang khusus (kedap Air).

Topologi wireless 2,4 Ghz





Point To Point

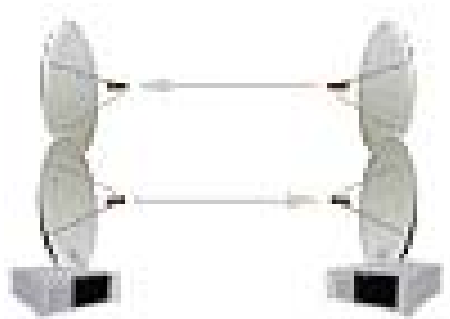
- Menghubungkan 2 buah alat biasanya jarak jauh dan menggunakan antena directional
- Kedua alat cukup menggunakan lisensi level 4 (bridge dan station)
- Bisa menggunakan propetiery setting (nstream, custom frekuensi)
- Pada AP
  - Min lisensi level 4
  - Set mode , SSID, band , dan frekuensi
  - Mode = bridge (hanya 1 client)
- Pada Client
  - Min lisensi level 4
  - Set mode , SSID , band ,frekuensi, dan scan-list
  - Mode= station
  - Pastikan frekuensi dalam scan-list

Konfigurasi dan Testing

- Tambahkan ip address kedua router pada wlan interface
- Cobalah ping dari winbox ke router yang lain
- Router udah siap untuk melewati trafik tetapi tidak bisa di bridge. (mikrotik station tidak dapat di bridge)
- Jika di bridge pakailah WDS atau EoIP

Point to point Dual Nstream

- Masing –masing titik menggunakan 2 buah antena dan 2 buah wireless card
- Satu link untuk transmit dan satu link lainnya untuk receive
- Merupakan Mikrotik propetiary setting
- Meningkatkan throughput
- Wireless delay hampir tidak ada



Point to Multipoint

- Digunakan untuk jarak dekat
- 1 buah akses point dapat melayani beberapa station
- Sebagai base station
- Mengunakan antena omni atau sectoral
- Jika client berada pada satu area bisa menggunakan flat panel
- Mengunakan standard 802.11 b/g biar semua device bisa terkoneksi.

Konfigurasi PTMP

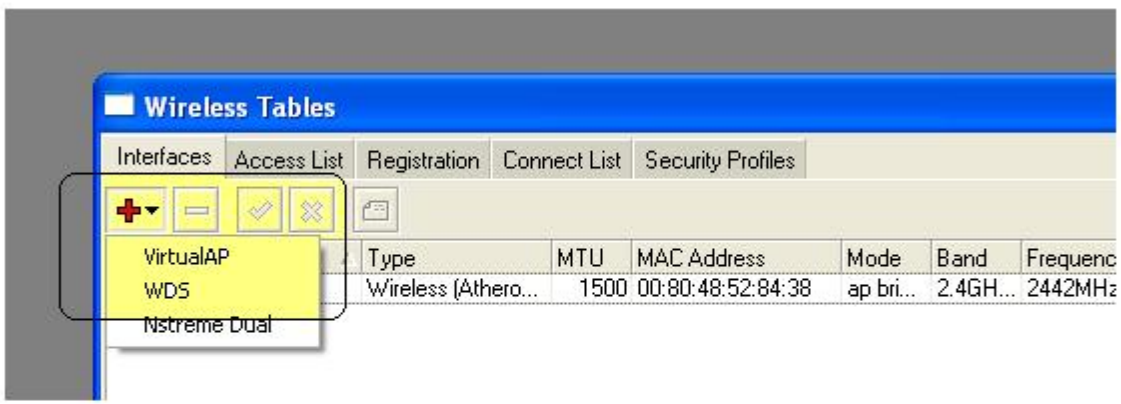
- Membutuhkan lisensi level 4
- Set mode AP-bridge
- Mode ap bridge dapat dibridge
- Mempunyai default autentifikasi untuk mac address akses list (hanya radio tertentu yang bisa konek dengan ap tersebut)

WDS

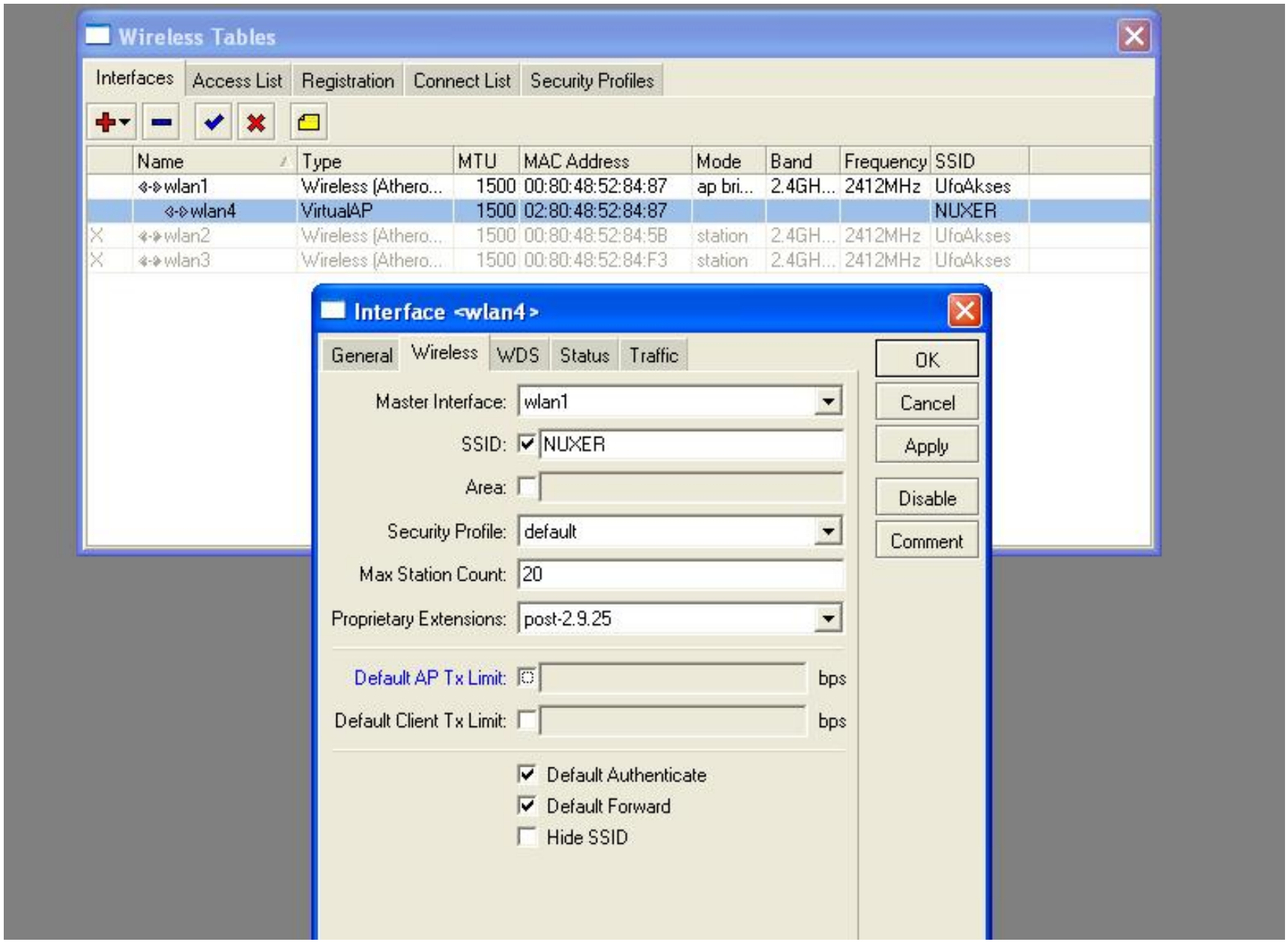
- Merupakan cara terbaik untuk interkoneksi banyak akses point dalam satu wilayah. Sehingga semua user dapat bergerak tanpa terputus koneksinya.
- Terdiri dari banyak akses point
- Topologi Mesh
- Akses point harus sama standarnya (802.11) dan mempunyai frekuensi yang sama.

Virtual AP (Vlan)

- Dapat membentuk AP pada satu interface wlan
- Masing-masing VAP dapat diberi SSID
- Masing-masing VAP dapat diberi ip address
- Sebuah VAP dapat dibentuk menjadi wds



Konfigurasi VAP



Alignment Only

- Feature untuk posisi link wireless
- Pada mode alignment-only interface akan mendengar paket yang dikirim pada sebuah AP dengan frekuensi dan chanel yang sama.
- Audio = sinyal strenght berdasarkan bunyi beeper diset max , maka frekuensi beepernya diset tinggi.
- Jika mengaktifkan interface aligment-only maka secara otomatis merubah interface mode dari station ,AP menjadi alignment-only.

- [admin@UfoAkses] interface wireless align> pr

frame-size: 300

active-mode: yes

receive-all: no

audio-monitor: 00:00:00:00:00:00

filter-mac: 00:00:00:00:00:00

ssid-all: no

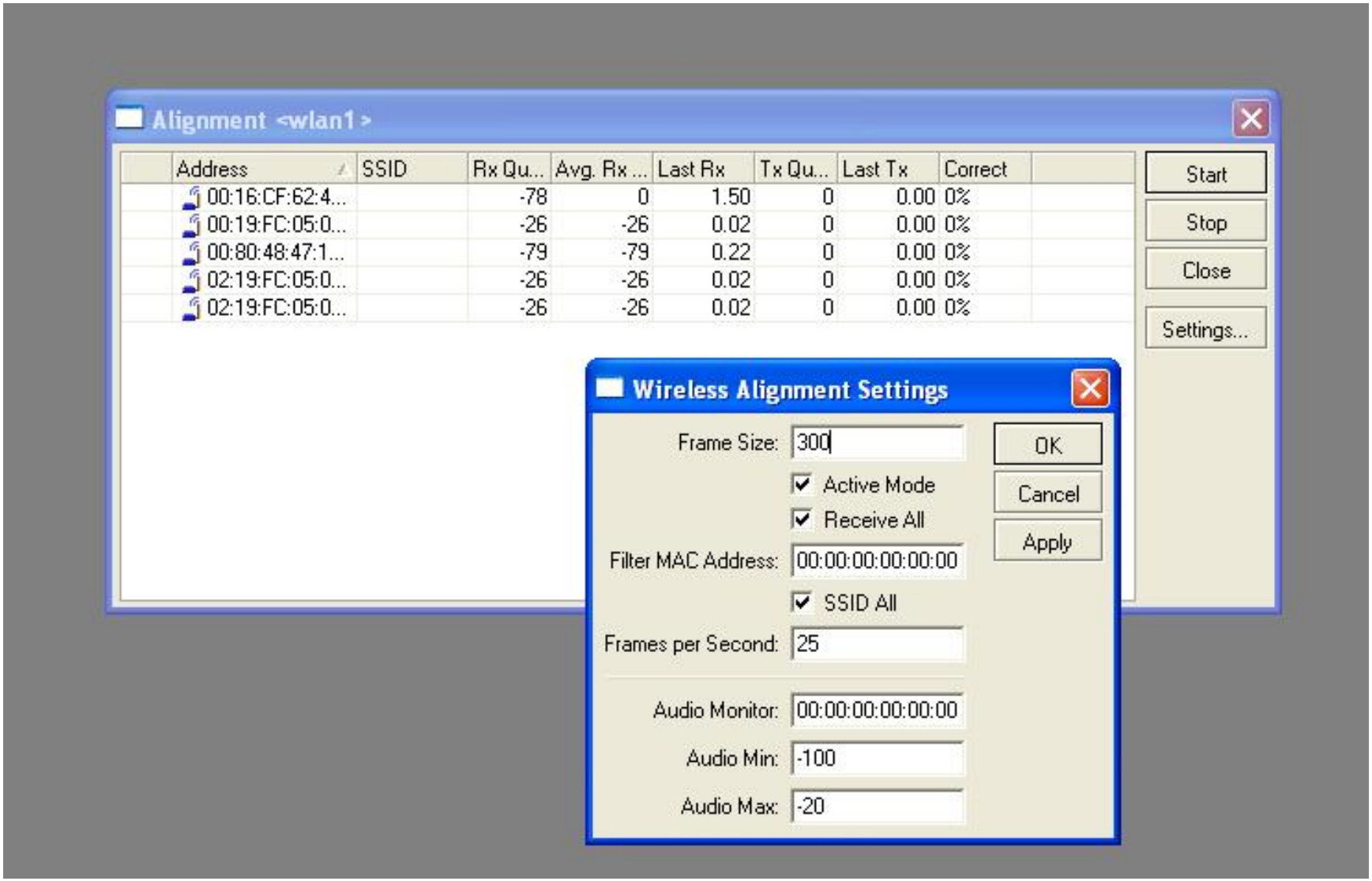
frames-per-second: 25

audio-min: -100

audio-max: -20

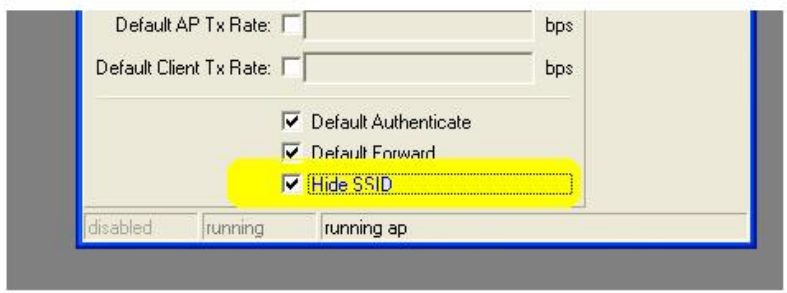
- [admin@UfoAkses] interface wireless align> monitor wlan1

Alignment di winbox



Keamanan Wireless

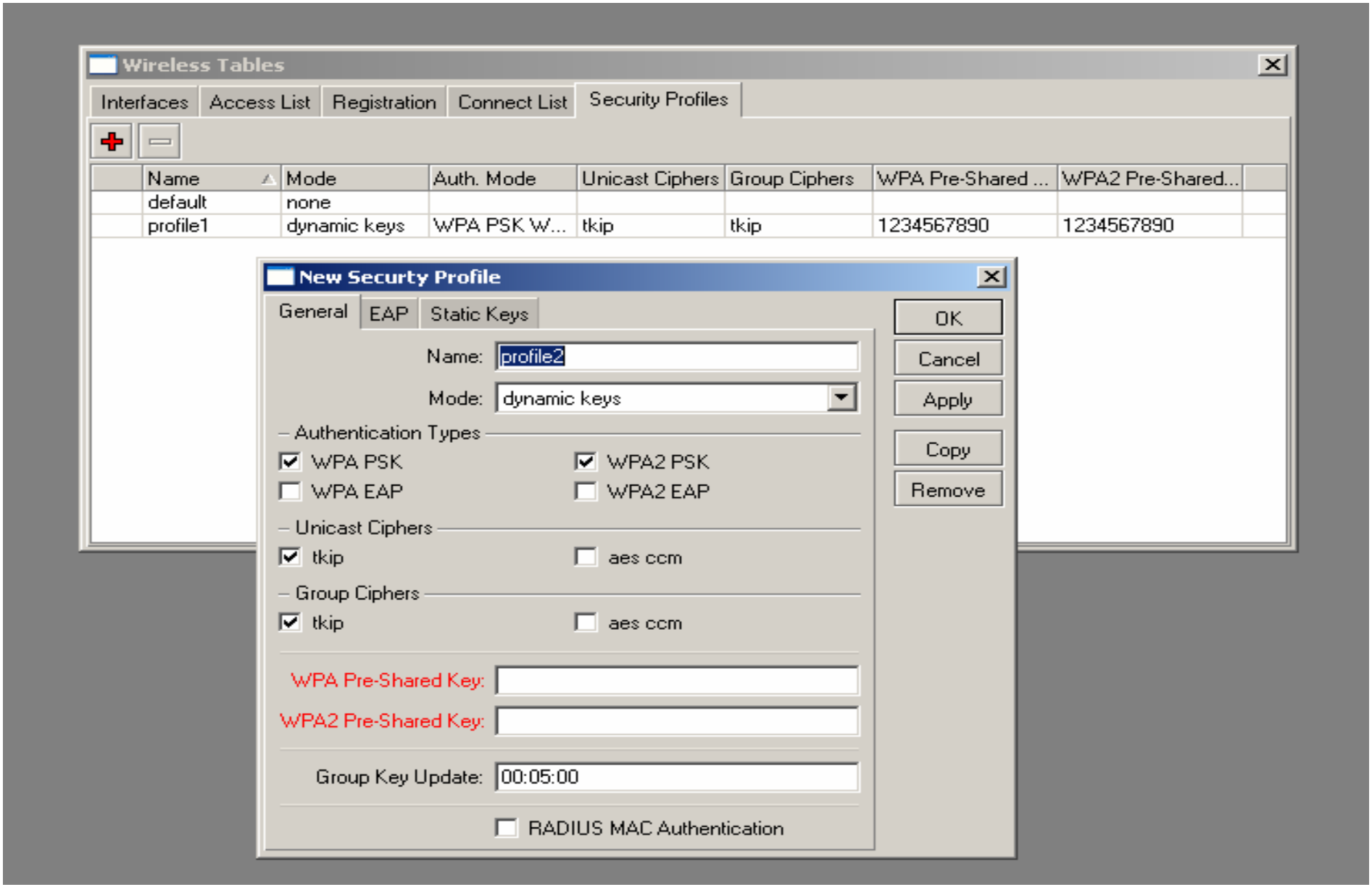
- Hidden SSID
- Disable default authenticate
  - Mac address list
- WEP
- Didepan server VPN
- Mengunakan Hotspot



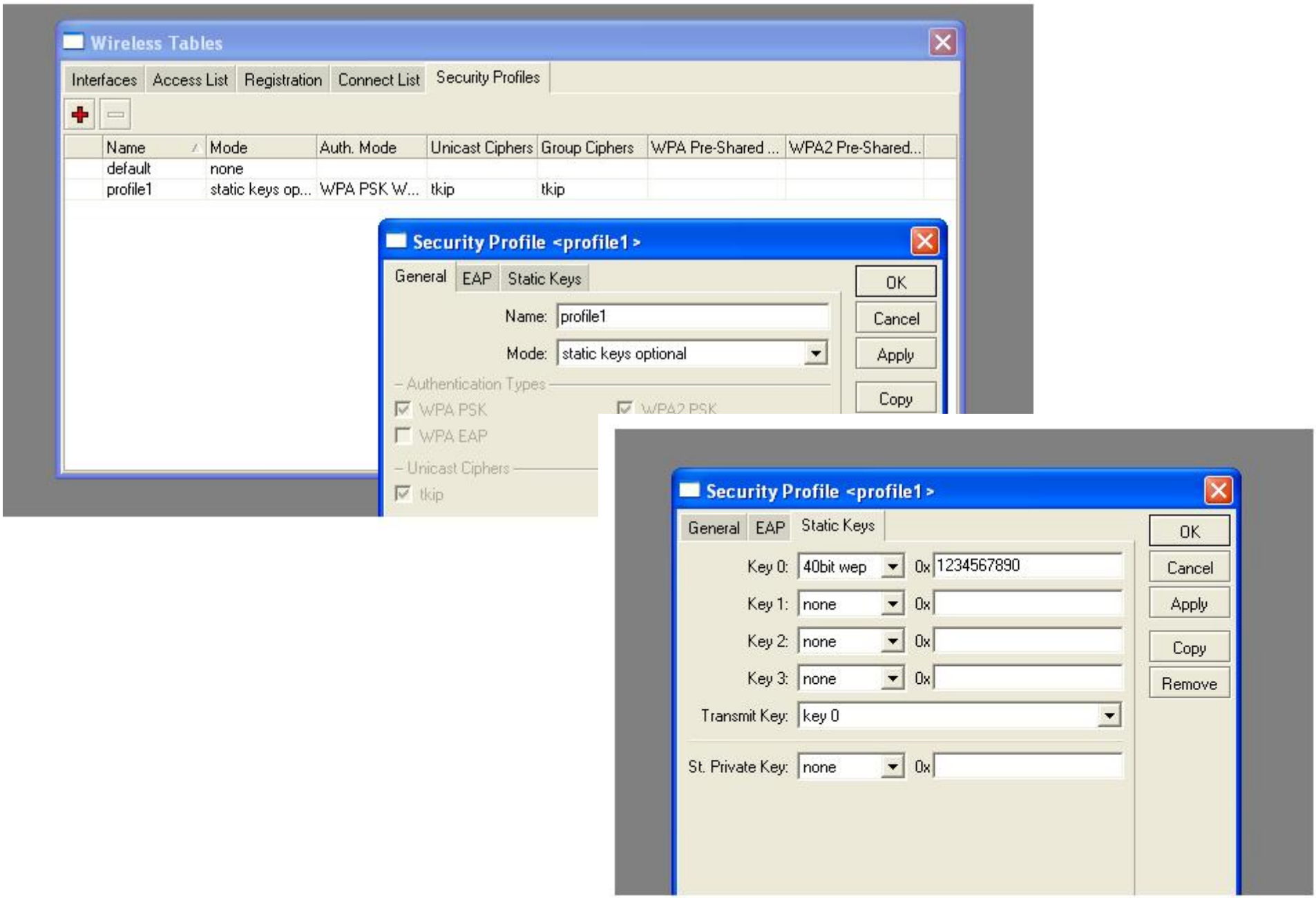
Security Profile

- WEP = Wired Equivalent Privacy
  - Enkripsi data hanya pada 802.11 mengunakan static key
  - Sangat simple
  - 40 bit = mengunakan enkripsi 40 bit (juga dikenal sebagai 64bit-wep)
  - 104 bit = menggunakan enkripsi 104bit (juga dikenal sebagai 128bit-wep)
  - Static key = text (dalam hexa key)
- WPA = Wi-fi Protected Access
  - Kombinasi dari 802.1x, EAP , MIC, TKIP, dan AES

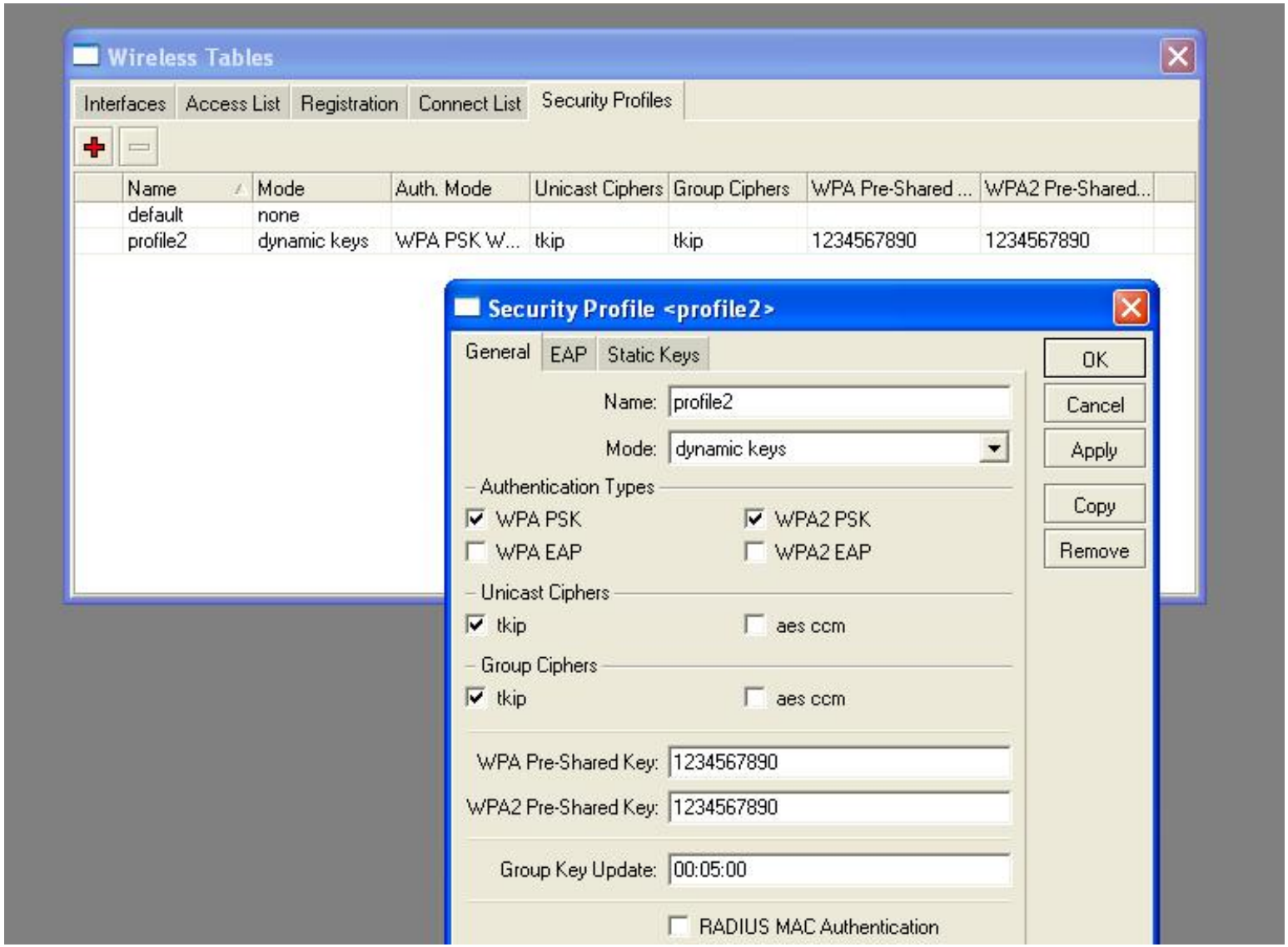
Security Profiles Dalam winbox



Aplikasi WEP Security

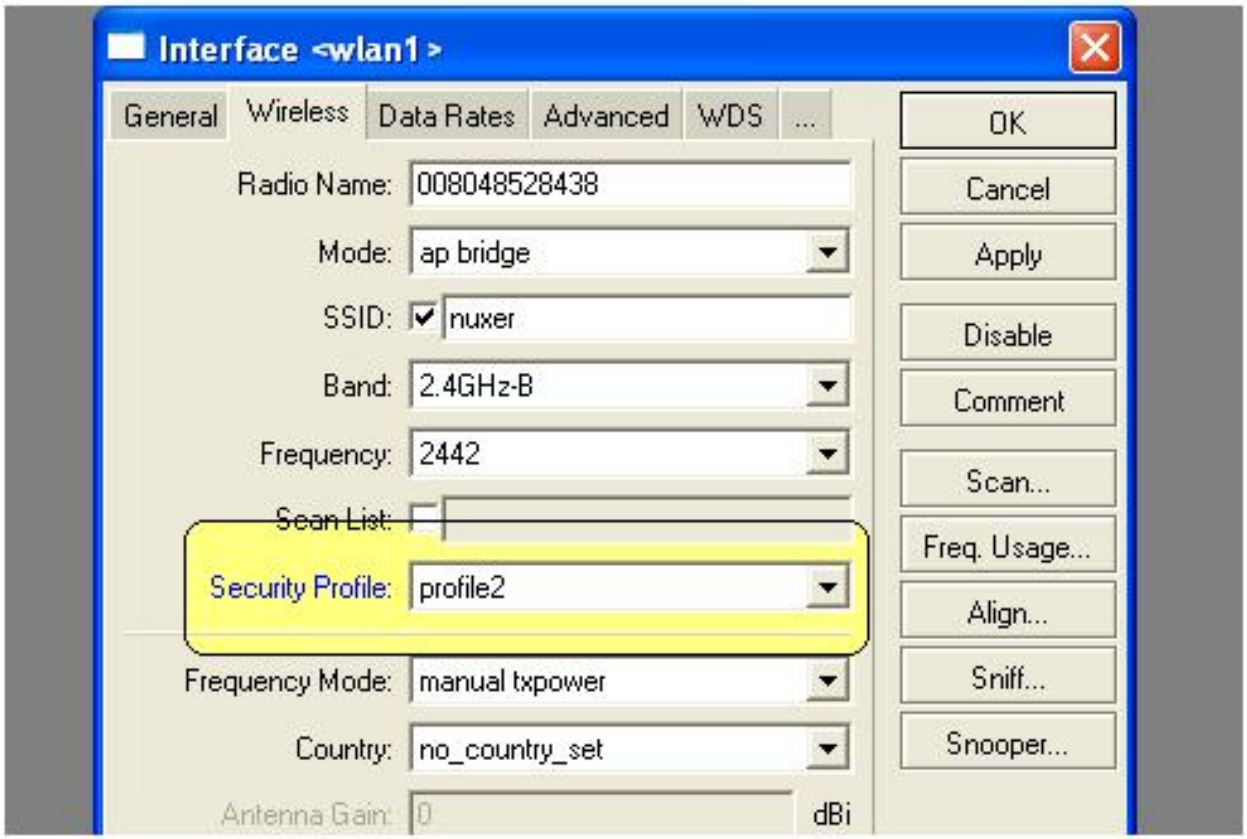


Aplikasi WPA Security



Note : Pada kedua router (AP dan Station set WPA harus sama persis)

Penggunaan WPA Security



Wireless Standards

- IEEE 802.11b
  - 2.4GHz, 22MHz bandwidth
  - 11Mbit max air rate
- IEEE 802.11g
  - 2.4GHz, 22MHz bandwidth
  - 802.11b compatibility mode
  - 54Mbit max air rate
- IEEE 802.11a
  - 5GHz, 20MHz bandwidth
  - 54Mbit max air rate

Band Variations

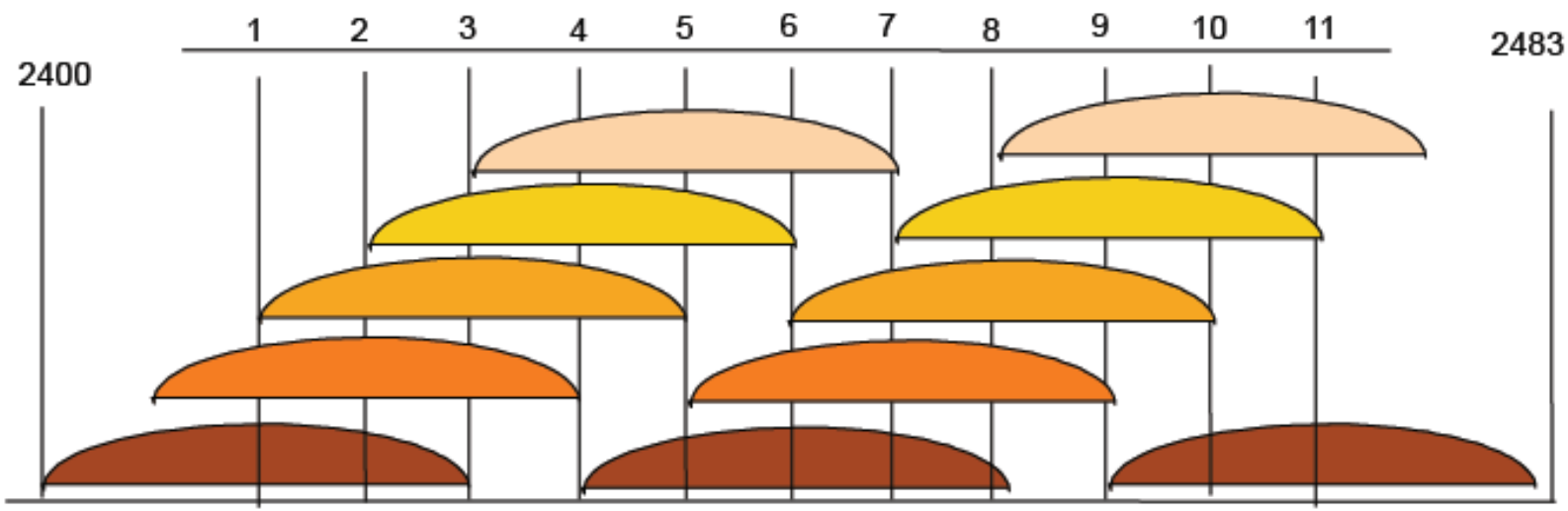
- Double channel (40MHz) – 108Mbit max air rate
  - 2.4ghz-g-turbo
  - 5ghz-turbo
- Half channel (10MHz) – 27Mbit max air rate
  - 2ghz-10mhz
  - 5ghz-10mhz
- Quarter channel (5MHz) – 13.5Mbit max air rate
  - 2ghz-5mhz
  - 5ghz-5mhz

Supported Frequencies

- Wireless cards usually support the following frequencies:
  - For all 2.4GHz bands: 2192-2539MHz
  - For all 5GHz bands: 4920-6100MHz
- Your country regulations allow only particular frequency ranges
- Custom frequency license unlocks all frequencies supported by the wireless hardware

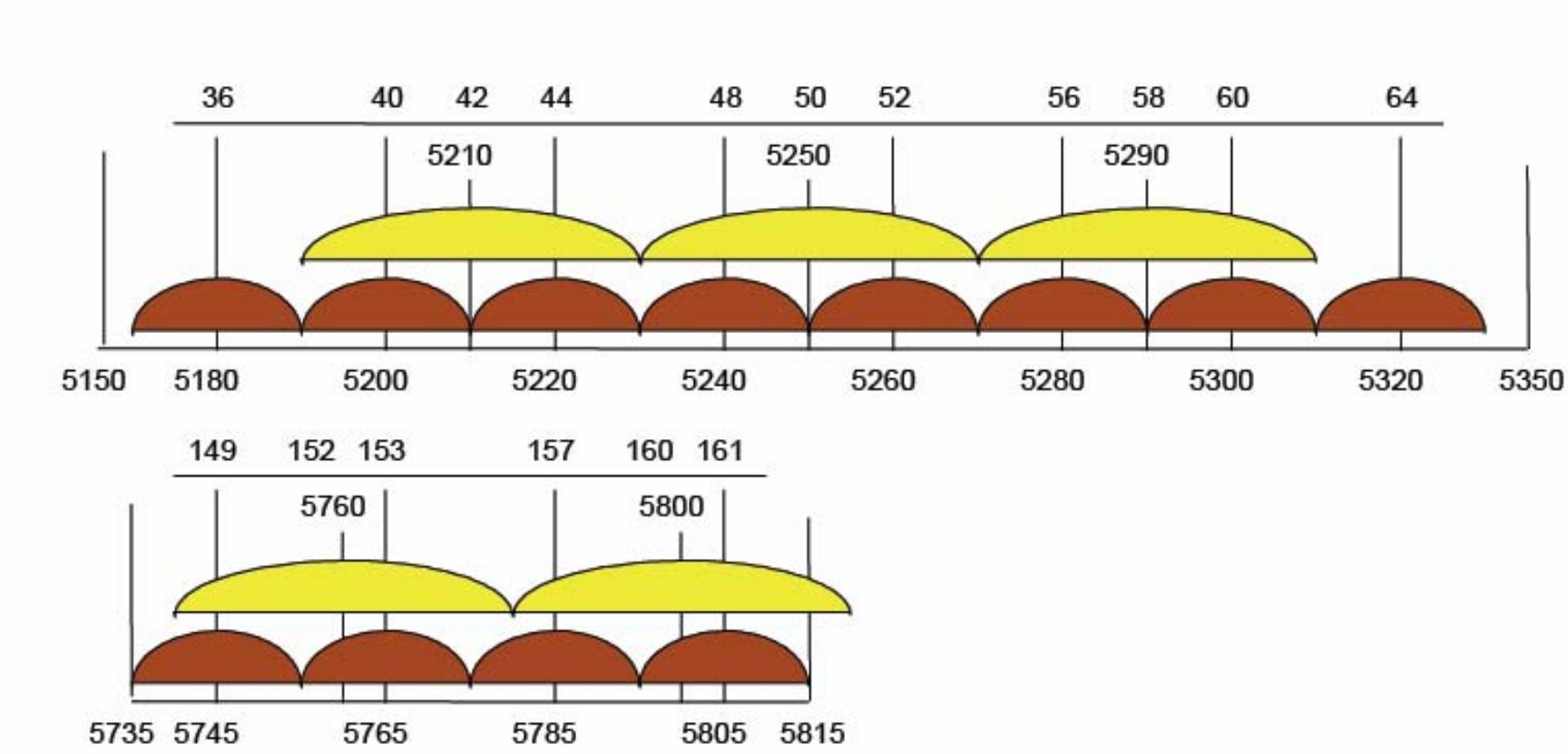
Channels- 802.11b/g

- 11 channels (US), 22 MHz wide
- 3 non-overlapping channels
- 3 Access Points can occupy same area without interfering

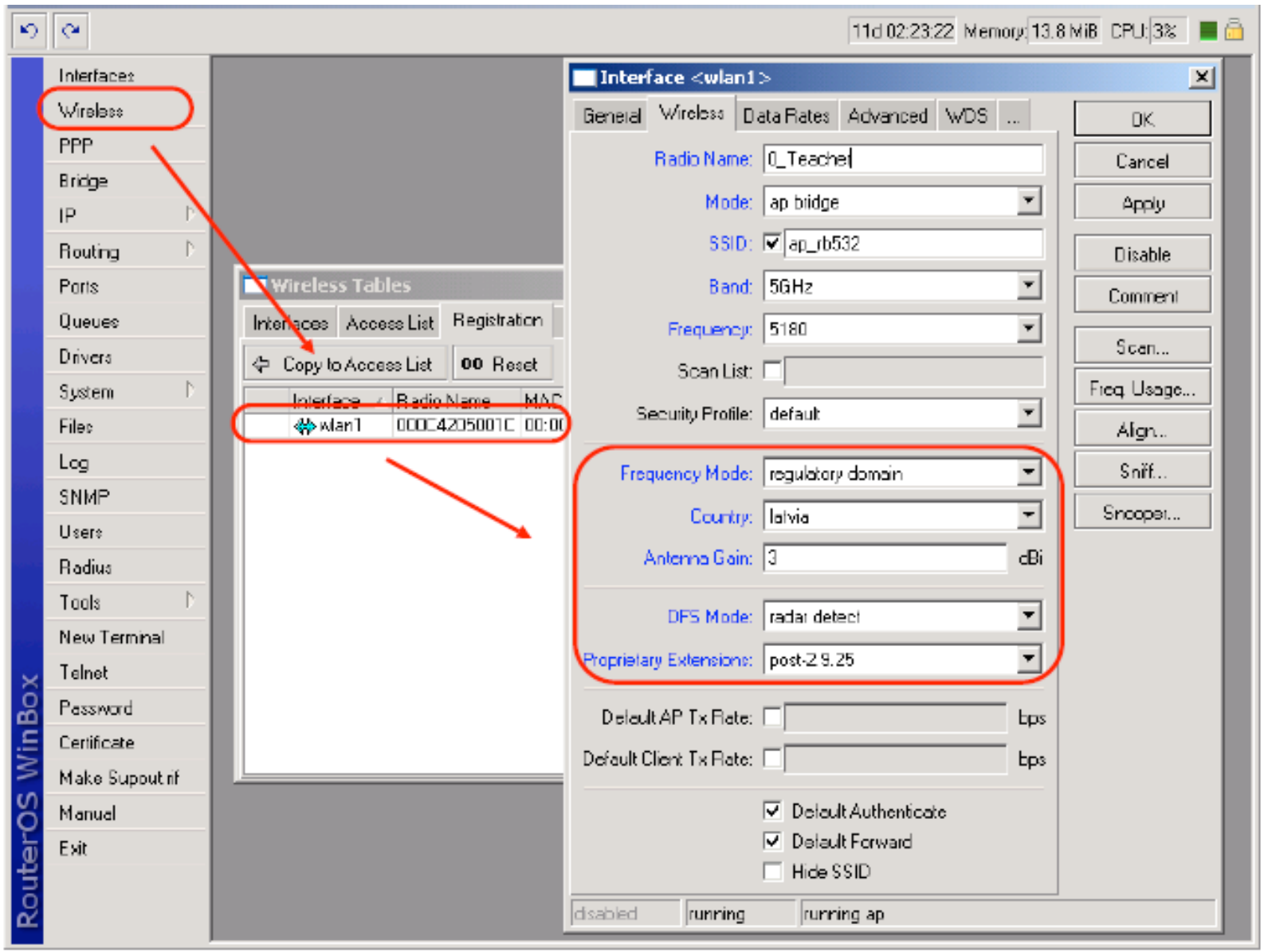


Channels- 802.11a

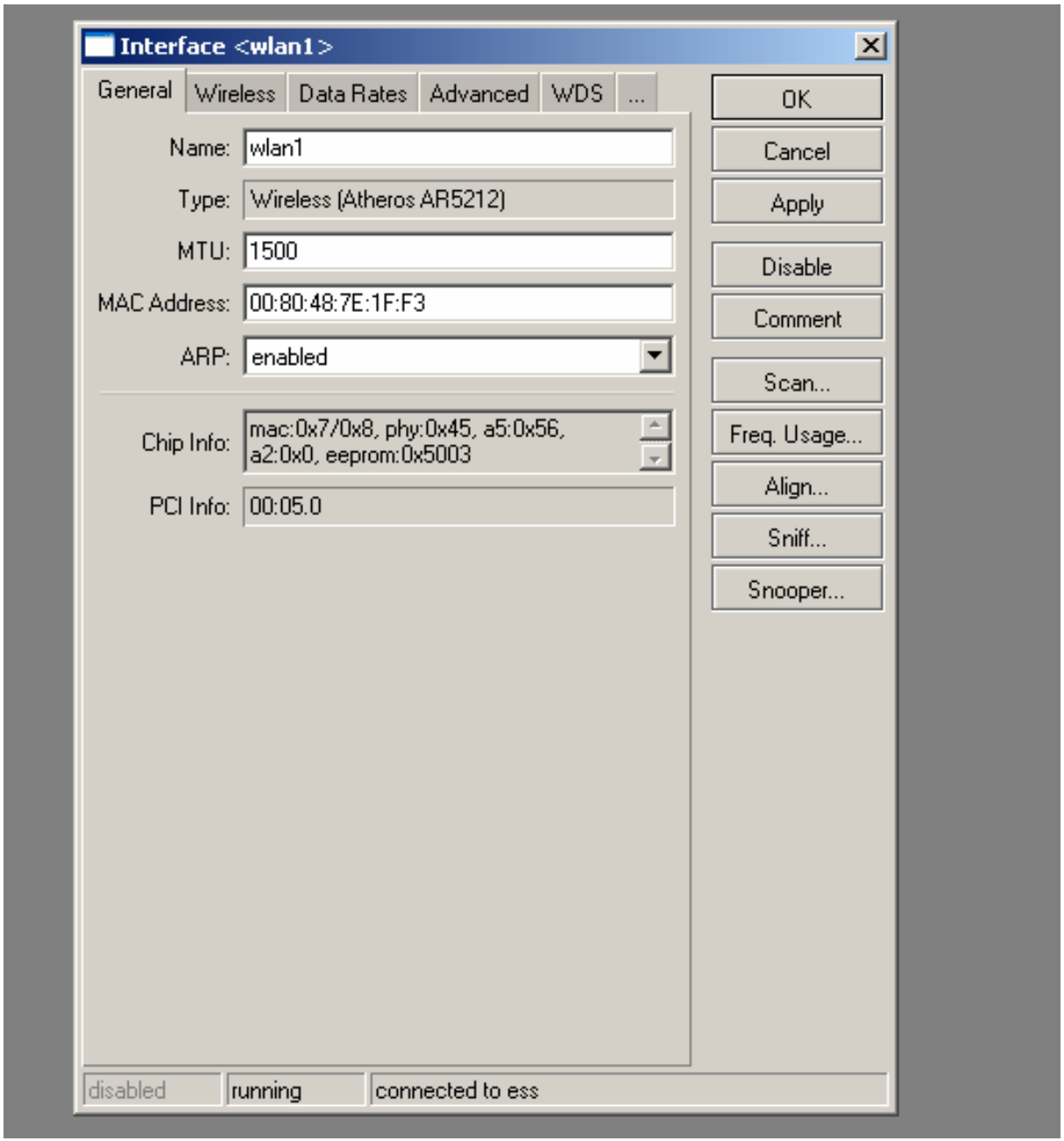
- 12 channels, 20 MHz wide
- 5 turbo channels, 40MHz wide



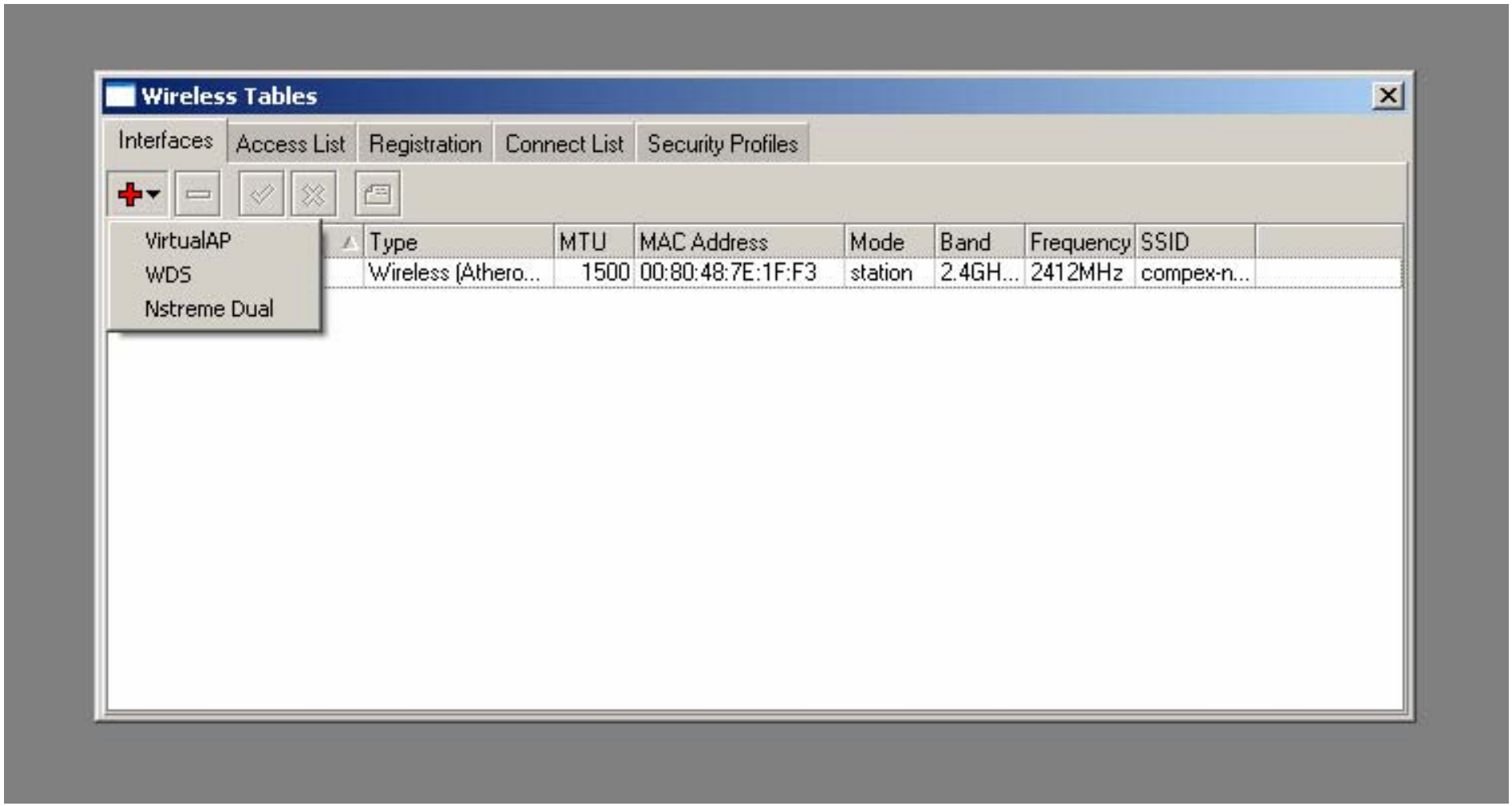
Winbox: Wireless Regulations



Interface Wireless di Mikrotik



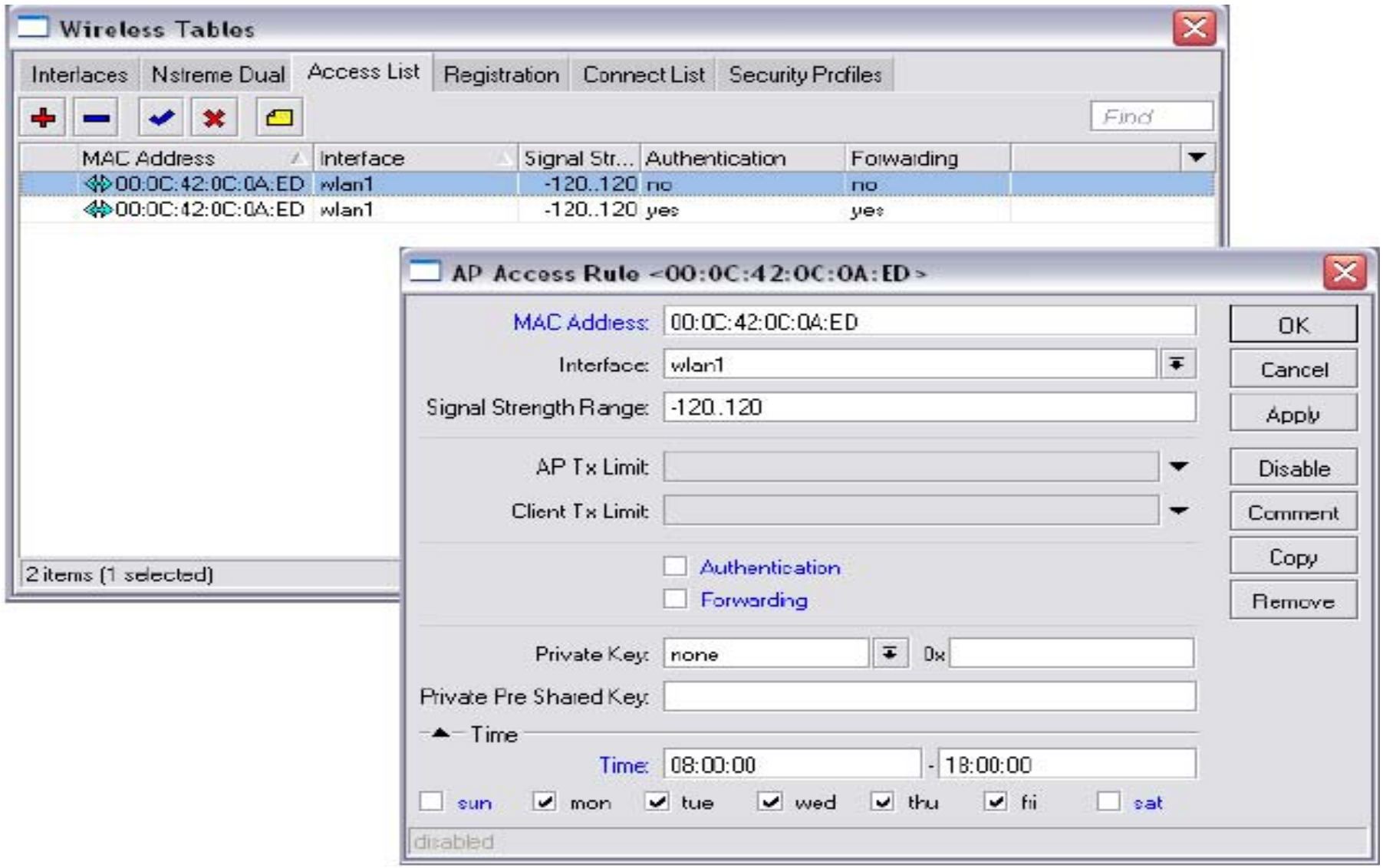
Fitur Wifi di Mikrotik



Access Management

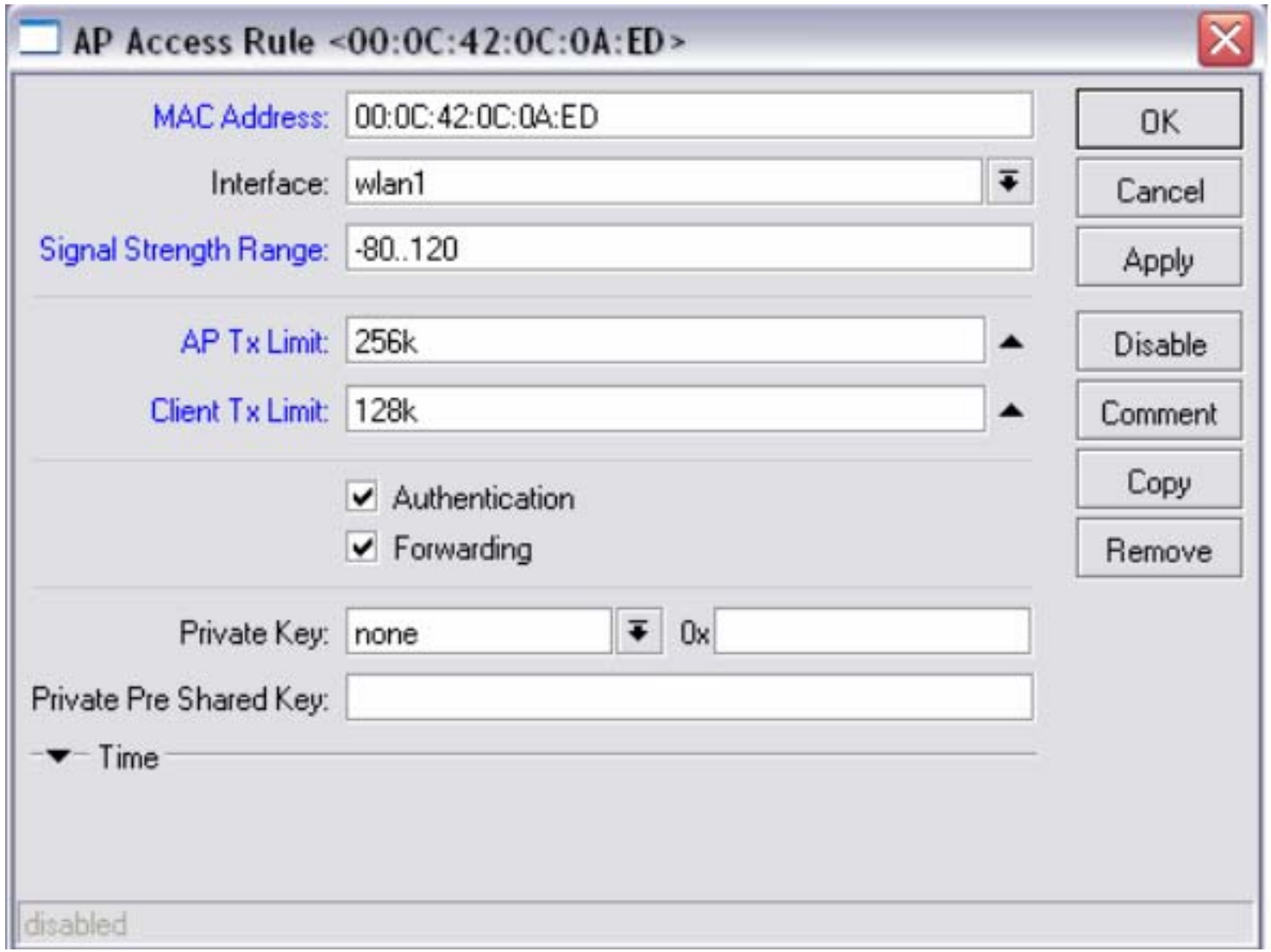
- *default-forwarding* (on AP) – whether the wireless clients may communicate with each other directly (access list may override this setting for some particular clients)
- *default-authentication* – enables AP to register a client even if it is not in access list. In turn for client it allows to associate with AP not listed in client's connect list

Wireless Access list



Wireless Access List

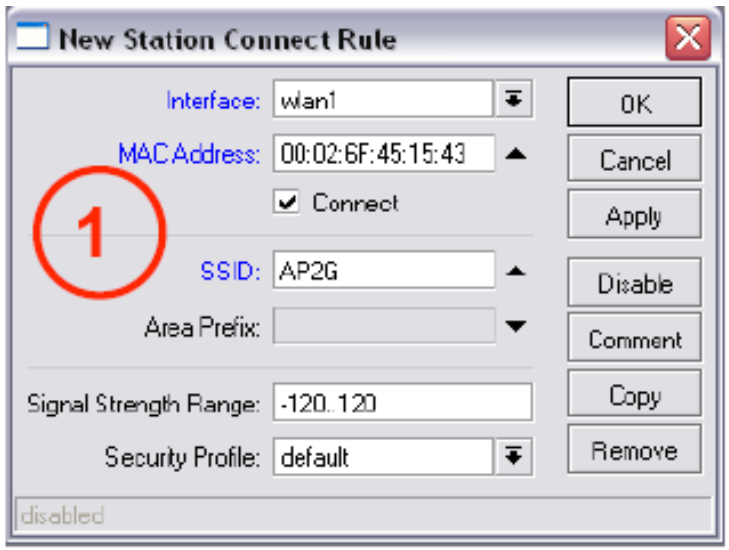
Access list entries are ordered, just like in firewall

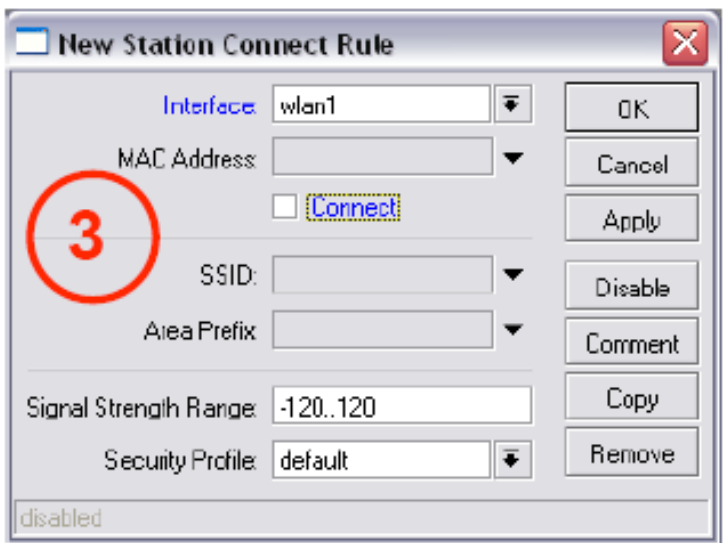


Wireless Connect List

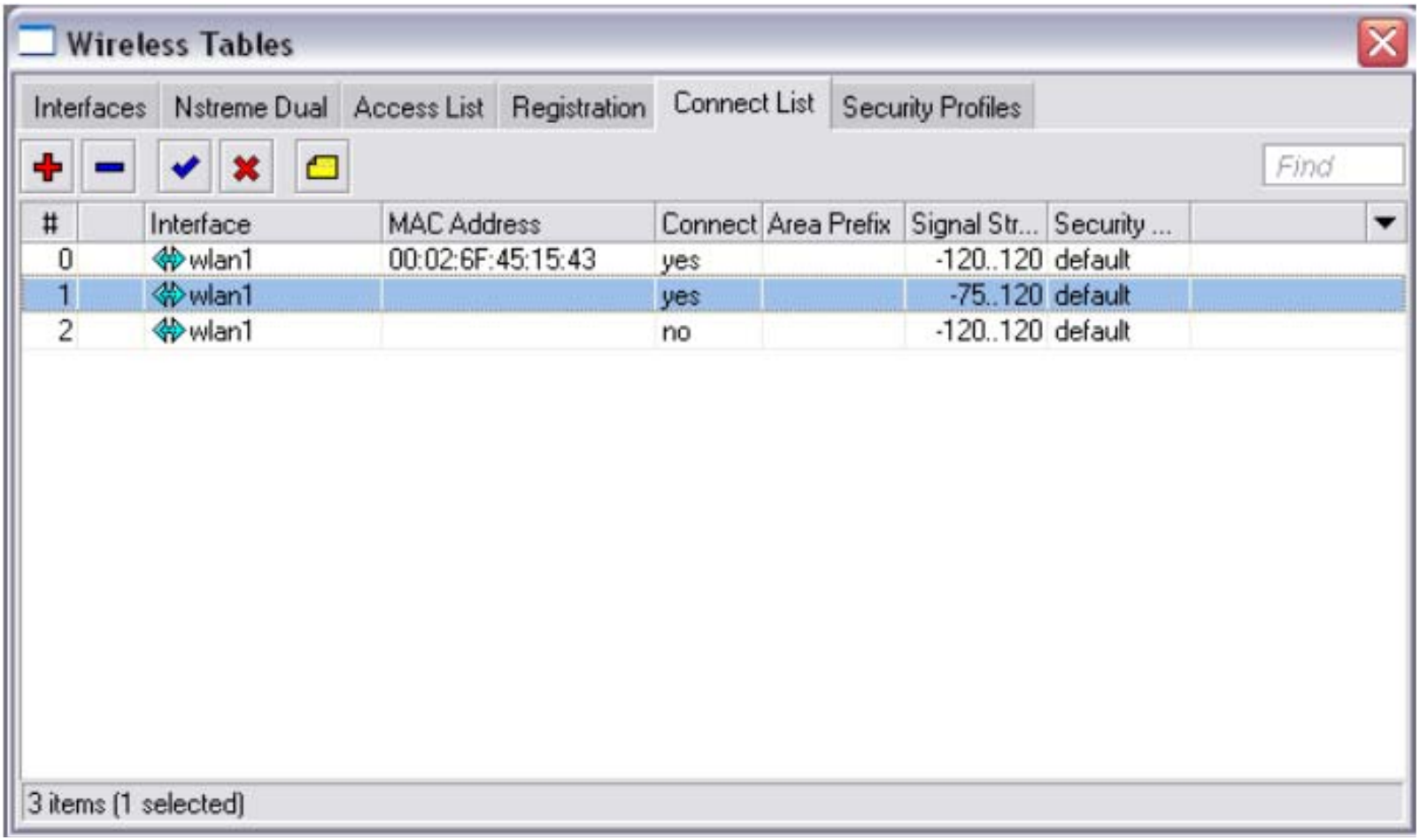
- Allow or deny clients from connecting to specific AP by using Connect list
- Connect list entries can be made from the registration table entries by using action 'Copy to Access List'
- Connect list entries are ordered, just like in firewall
- Used also for WDS links

Wireless Connect List

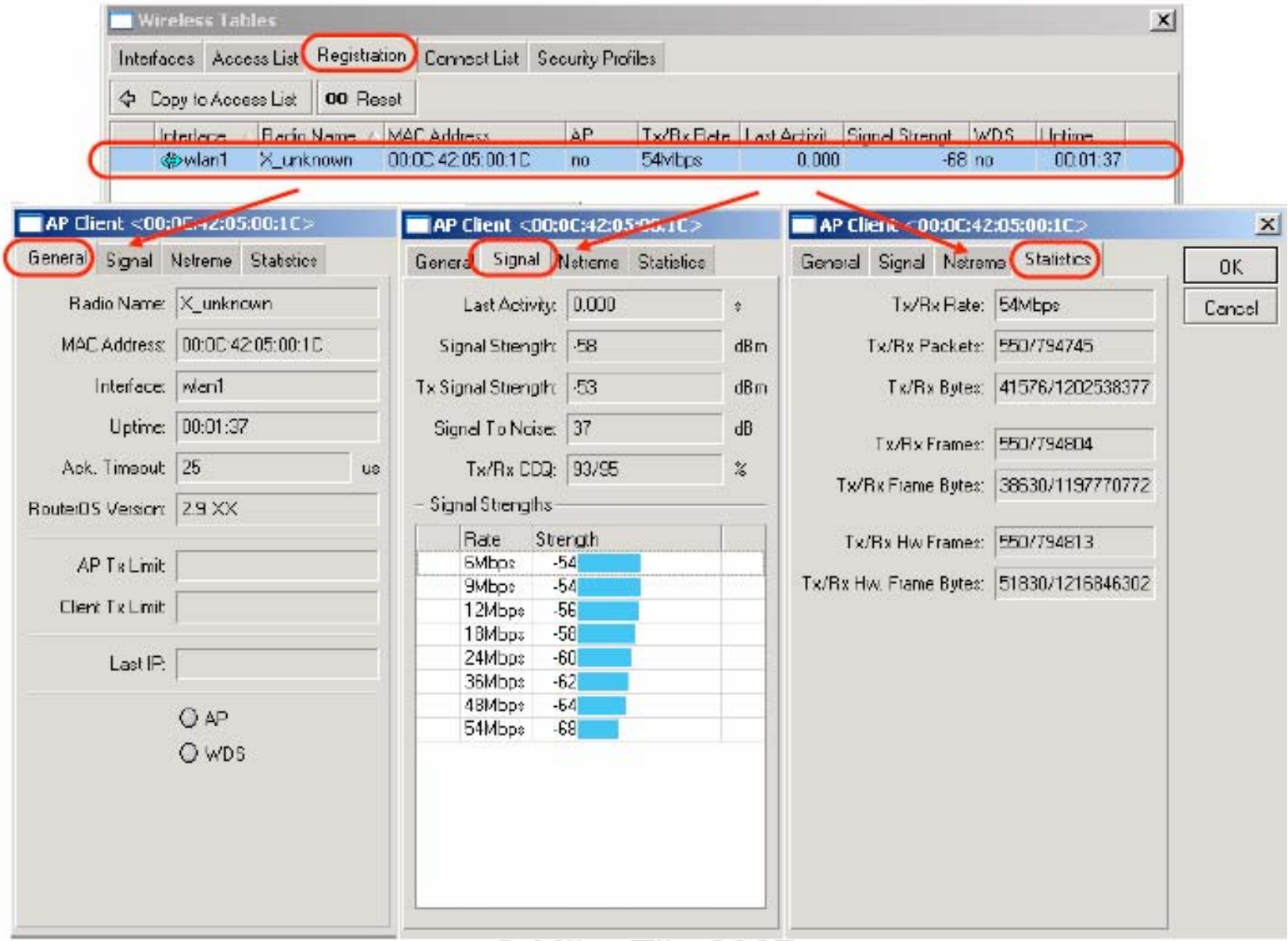




Wireless Connect List

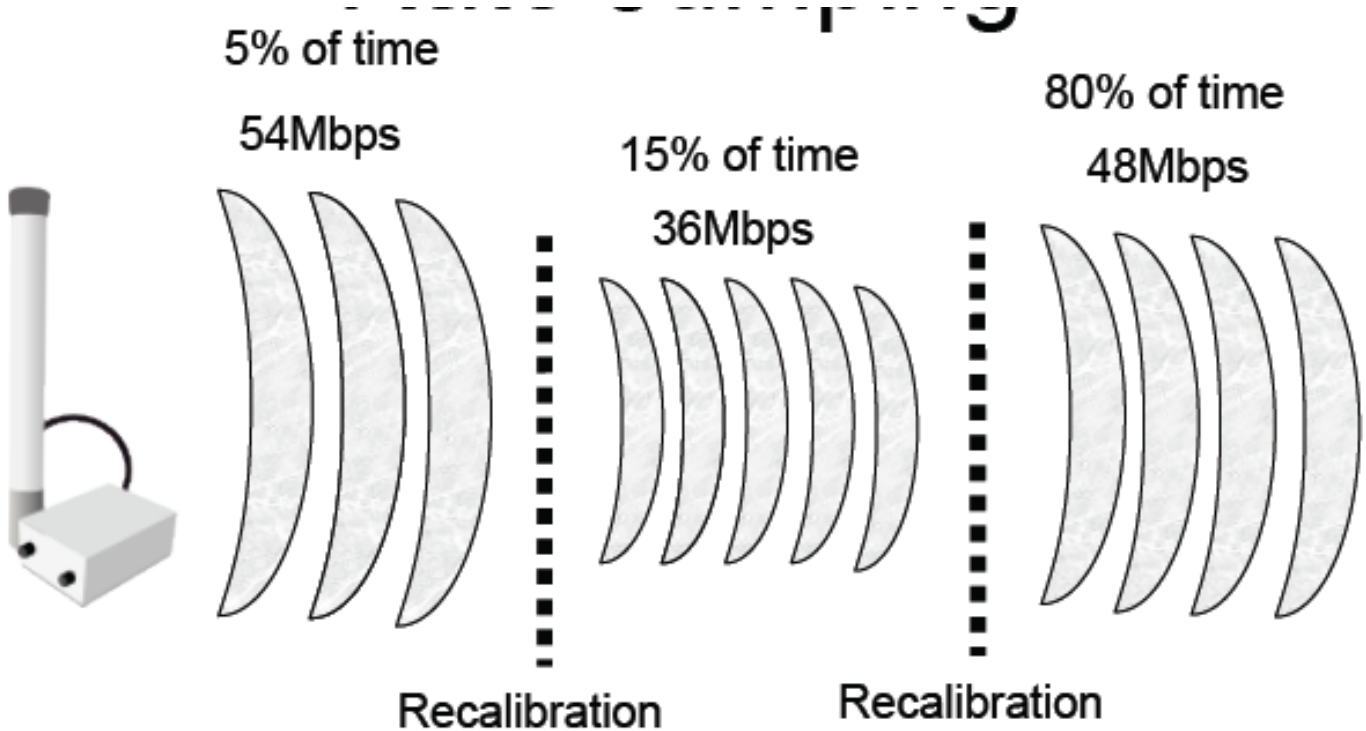


Registration Table



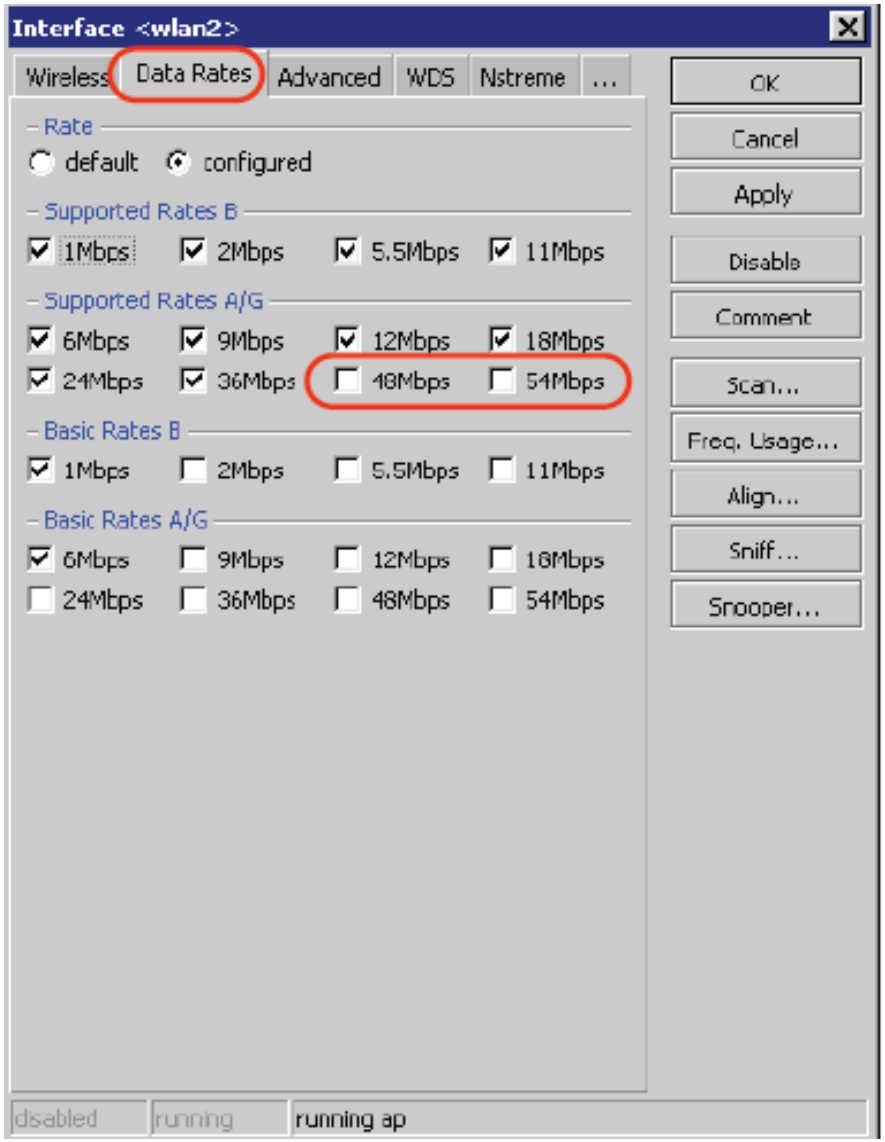
Rate Jumping

- You can optimize link performance, by avoiding rate jumps, in this case link will work more stable at 36Mbps rate



Basic and Supported Rates

- Supported rates – client data rates
- Basic rates – link management data rates
- If router can't send or receive data at basic rate – link goes down



Wireless MultiMedia (WMM)

- 4 transmit queues with priorities:
  - 1,2 – background
  - 0,3 – best effort
  - 4,5 – video
  - 6,7 – voice
- Priorities set by
  - Bridge or IP firewall
  - Ingress (VLAN or WMM)
  - DSCP

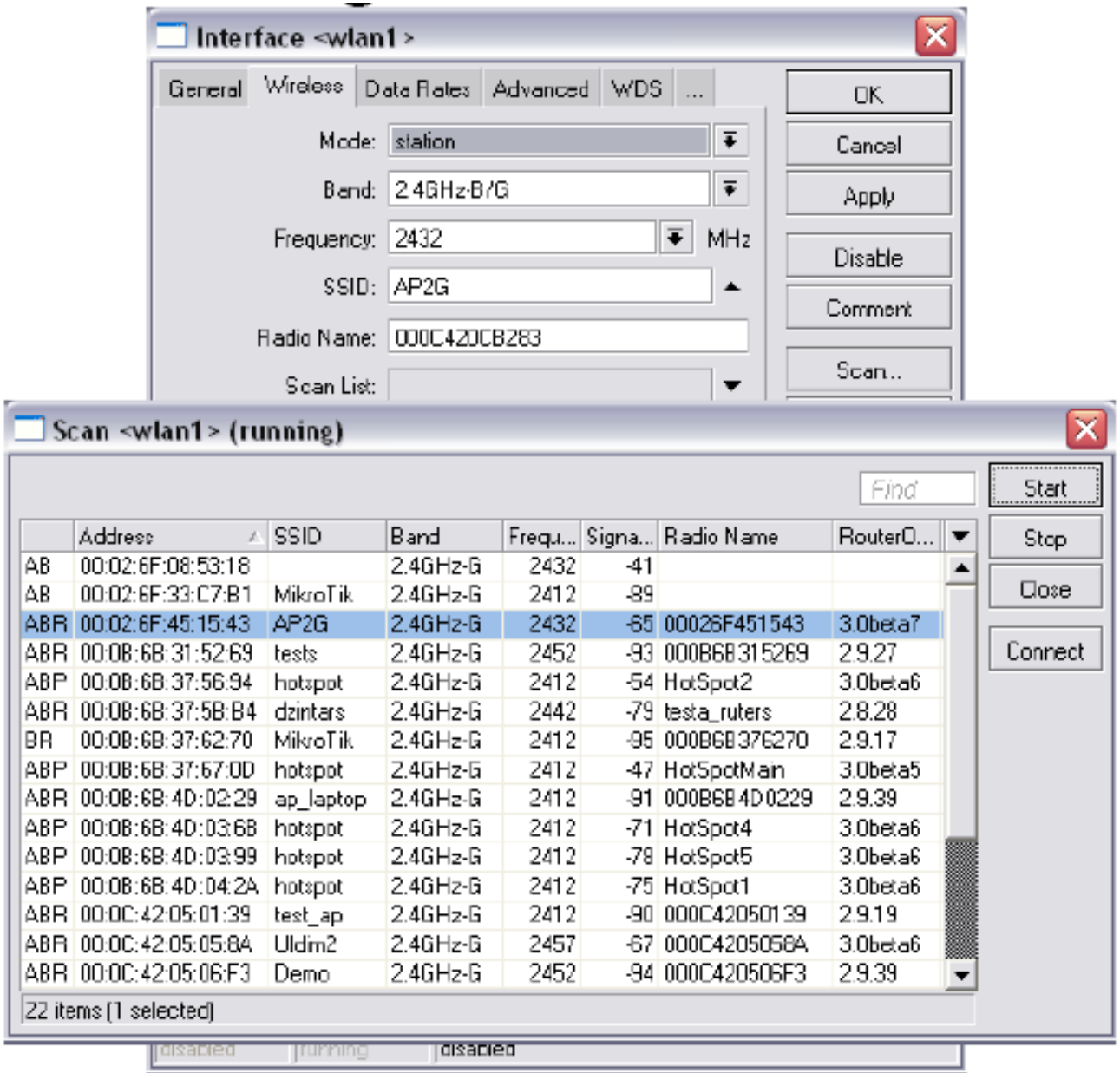
Mikrotik Mode Wifi

- bridge/ap-bridge – AP mode; bridge mode supports only oneclient
- station – a regular client (can **not** be bridged)
- station-pseudobridge/station-pseudobridge-clone – client, which can be bridged (implements MAC address translation)
- alignment-only – for positioning antennas
- nstreme-dual-slave – card will be used in nstreme-dual interface
- wds-slave – works as ap-bridge mode but adapts to the WDS peers frequency
- station-wds – client, which can be bridged (AP should support WDS feature)

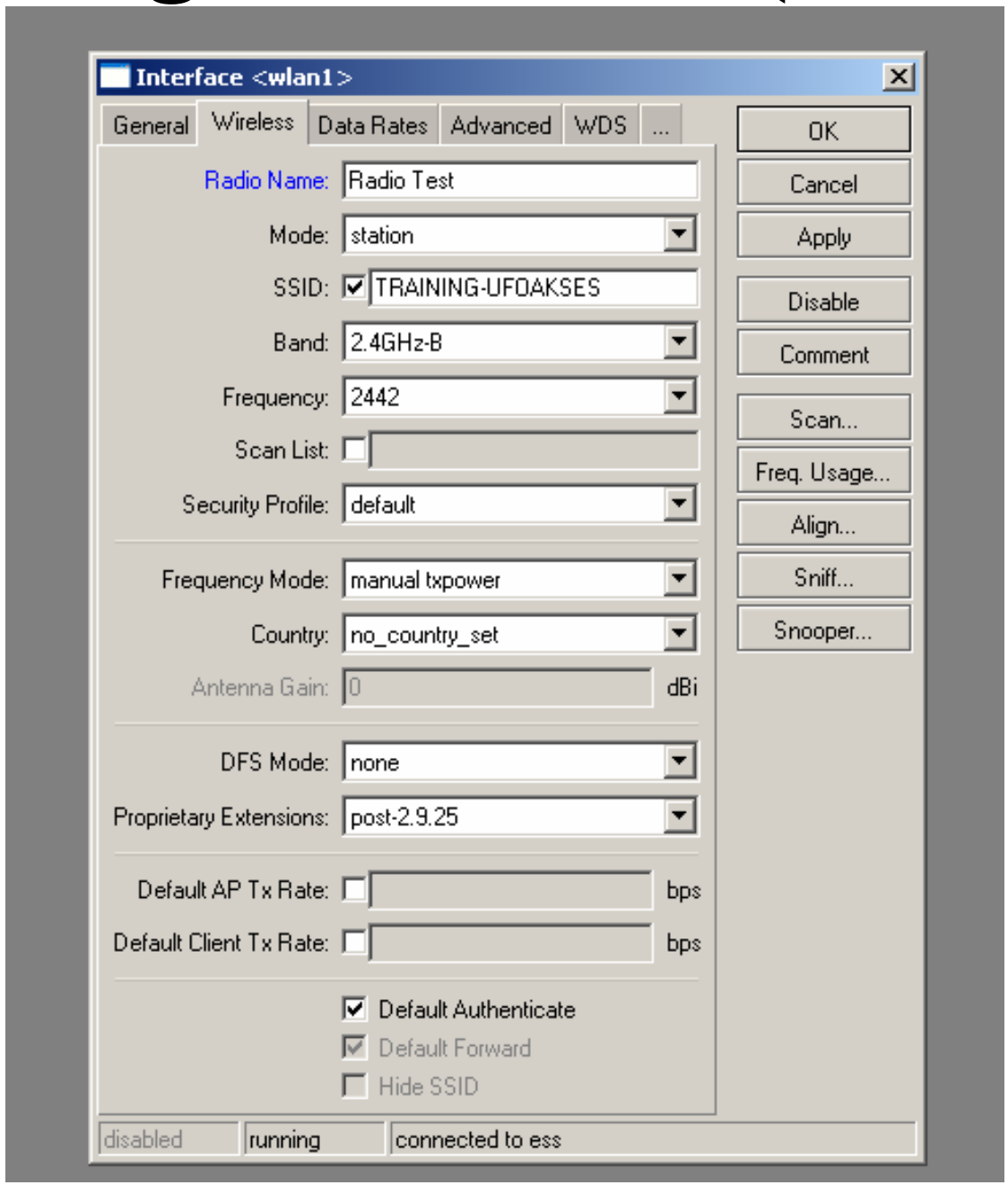
Wireless Station

- Joins a Service Set
- Follows the Access Point within the Scan List
- Restrictions based on Connect List

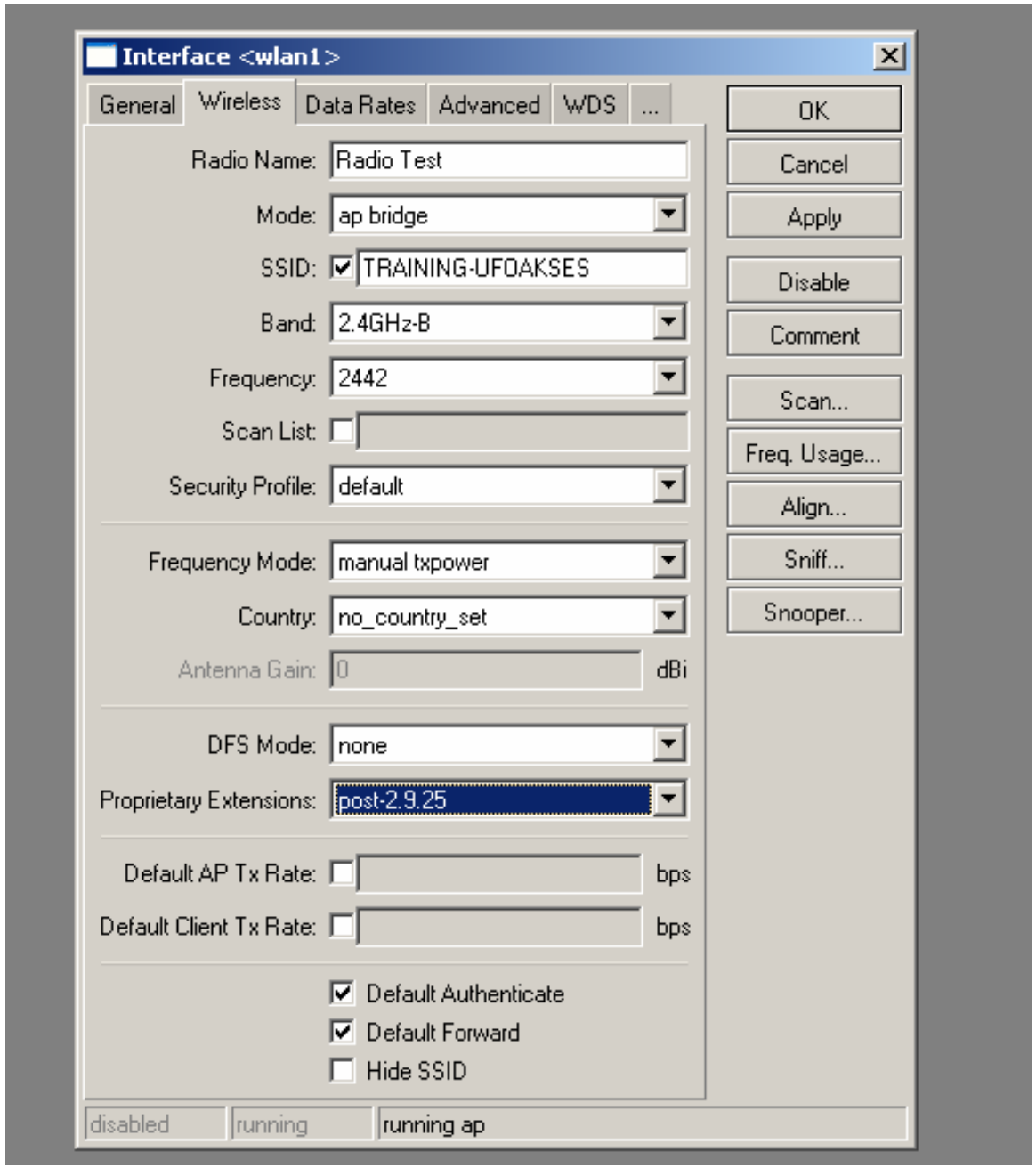
Finding Access Points



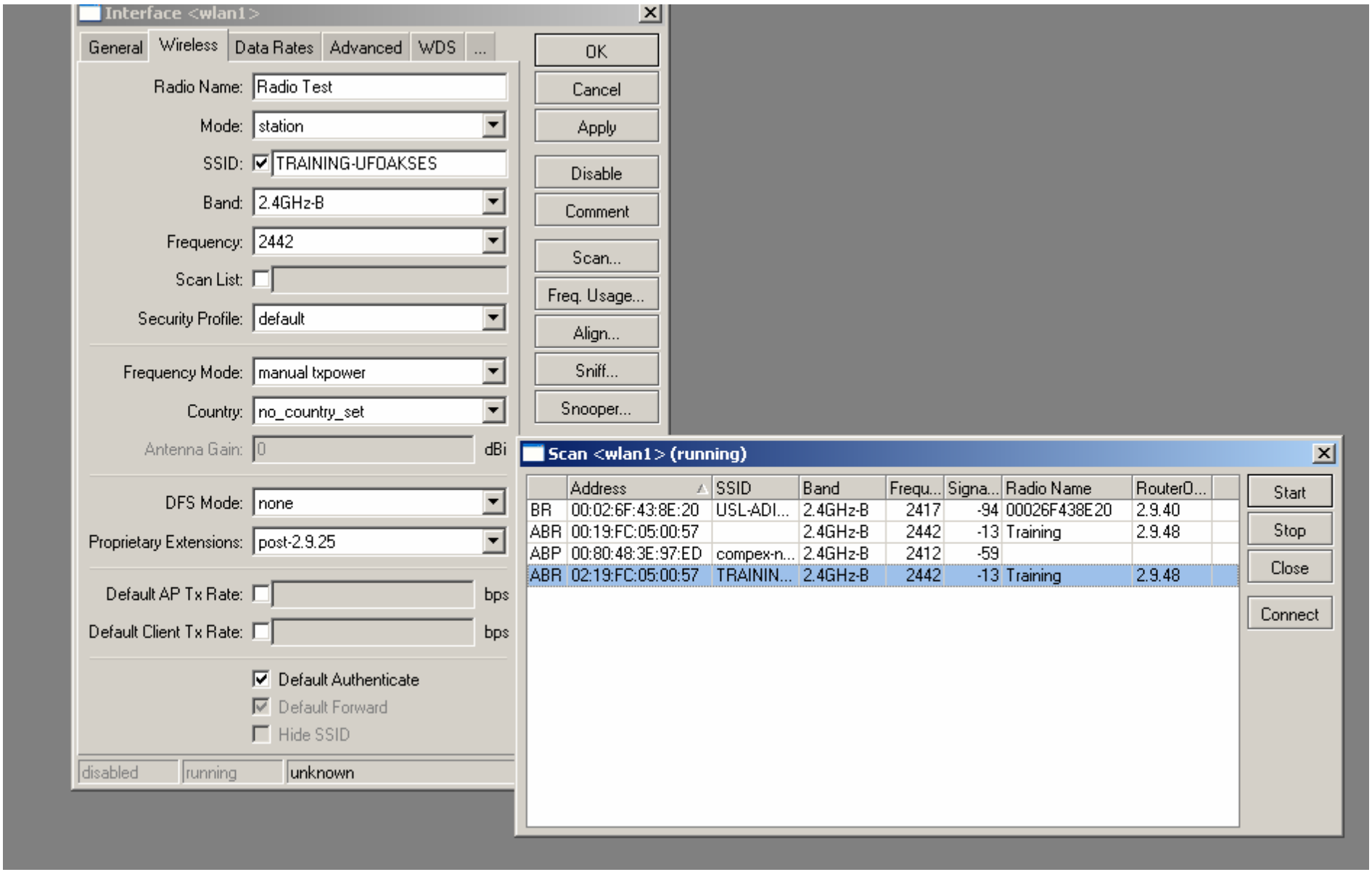
Konfigurasi Client (Station)



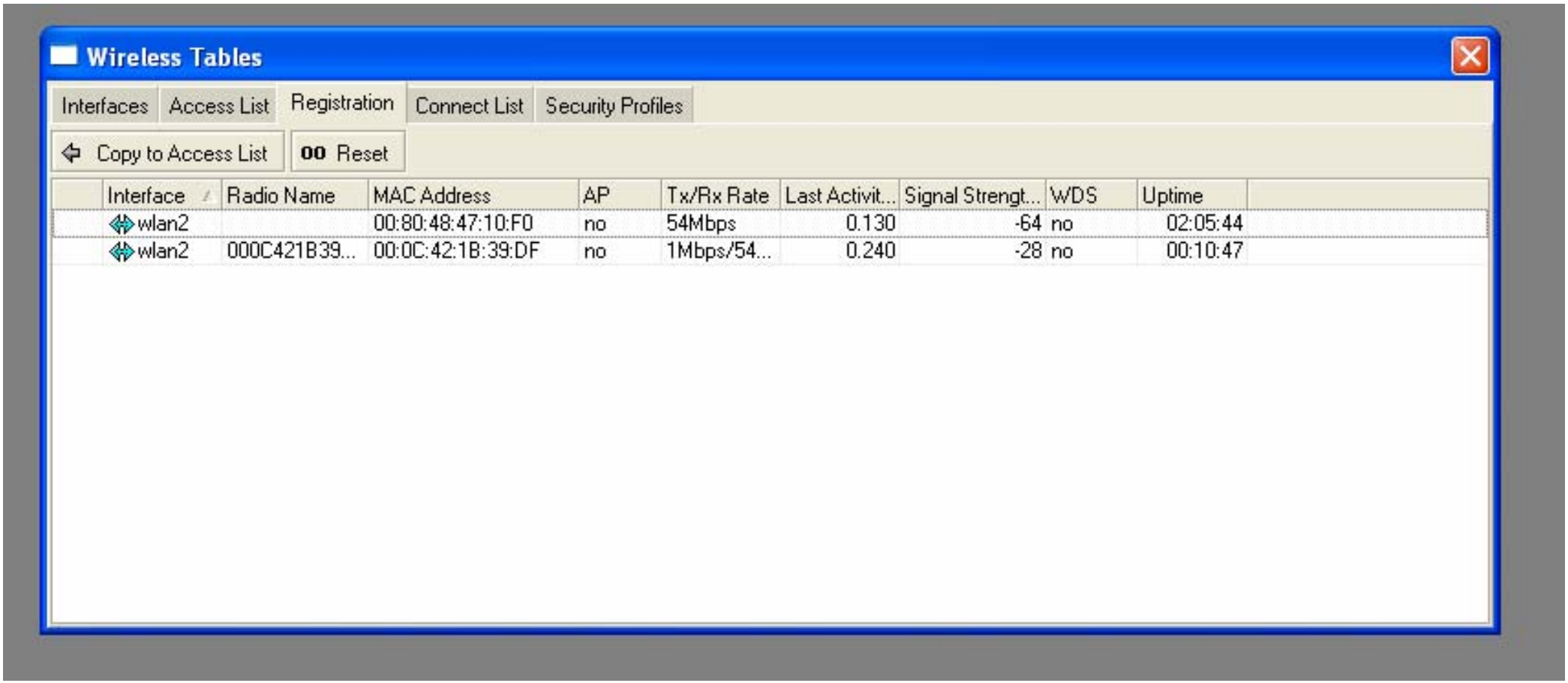
Konfigurasi Wireless Akses Point



Cara mengkoneksikan Station ke AP



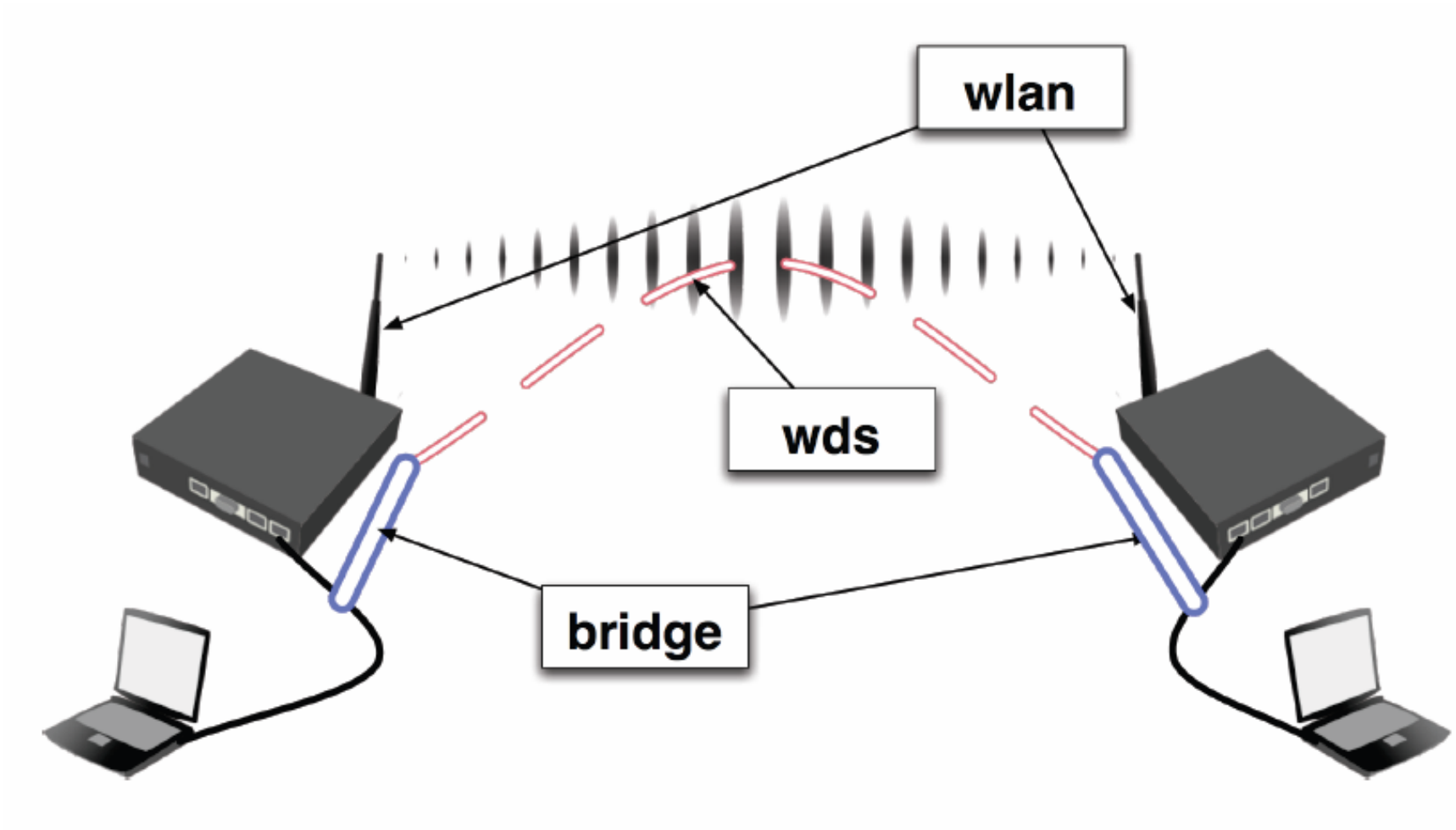
Mengecek client yang telah berhasil bergabung dengan Akses Point



Wireless Distribution System

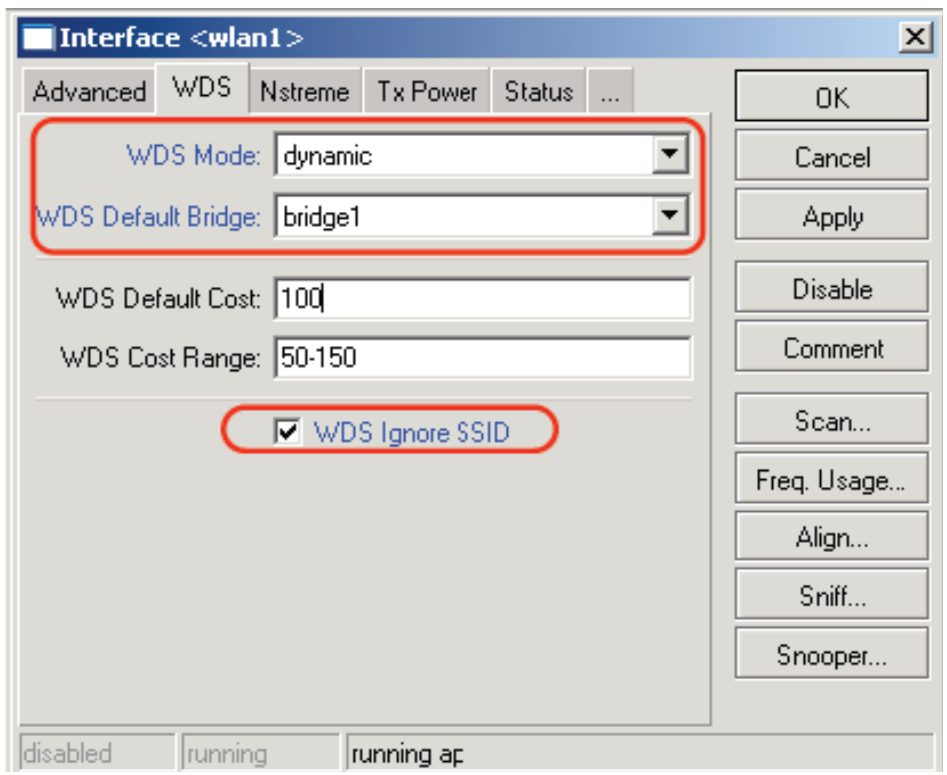
- WDS link can be created between wireless interfaces in several mode variations:
  - bridge/ap-bridge – bridge/ap-bridge
  - bridge/ap-bridge – wds-slave
  - bridge/ap-bridge – station-wds
- You must disable DFS setting when using WDS with more than one AP

Simple WDS Topologies



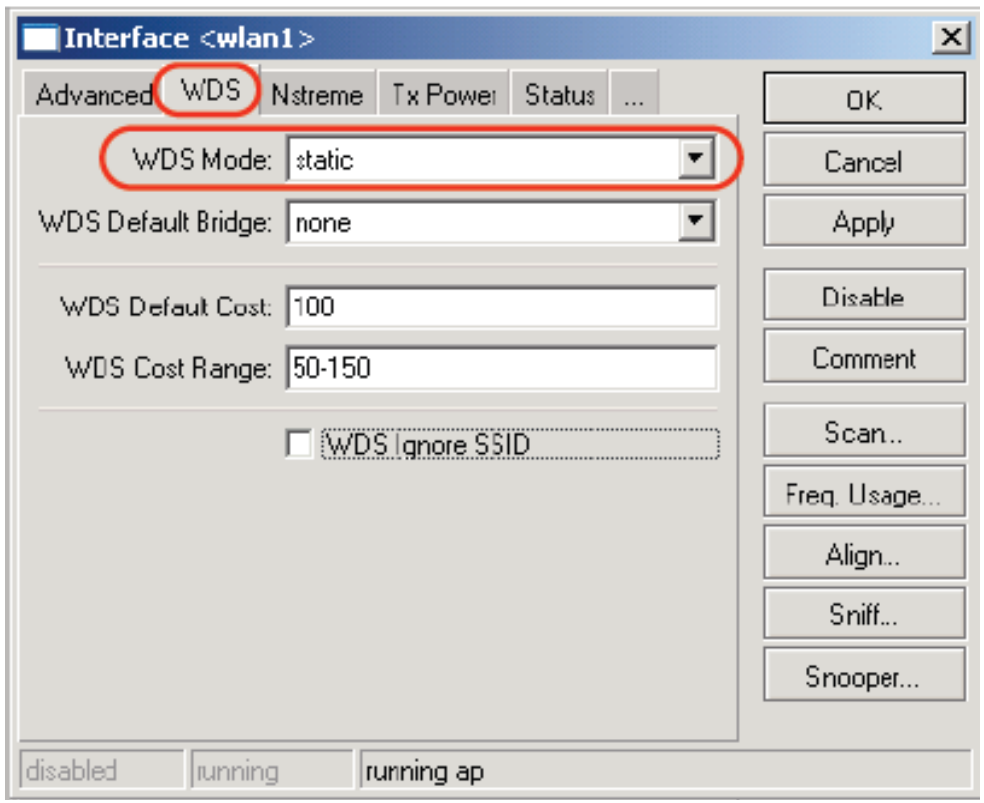
Dynamic WDS Interface

- WDS can be created between two APs, both must have WDS (static or dynamic) feature enabled
- APs must have same SSID or the "WDS ignore SSID" feature enabled
- We must create a bridge to use dynamic wds feature

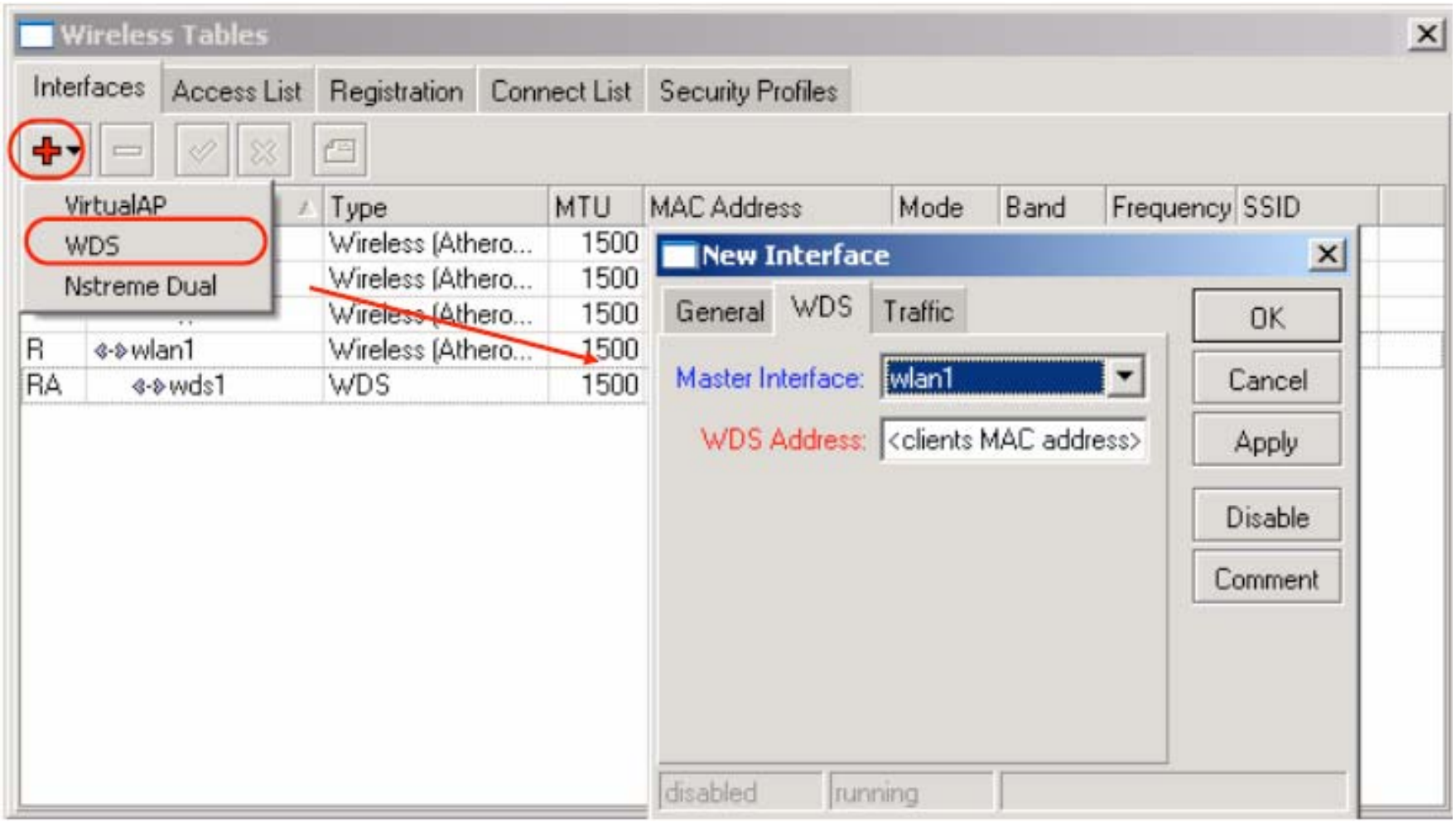


Static WDS

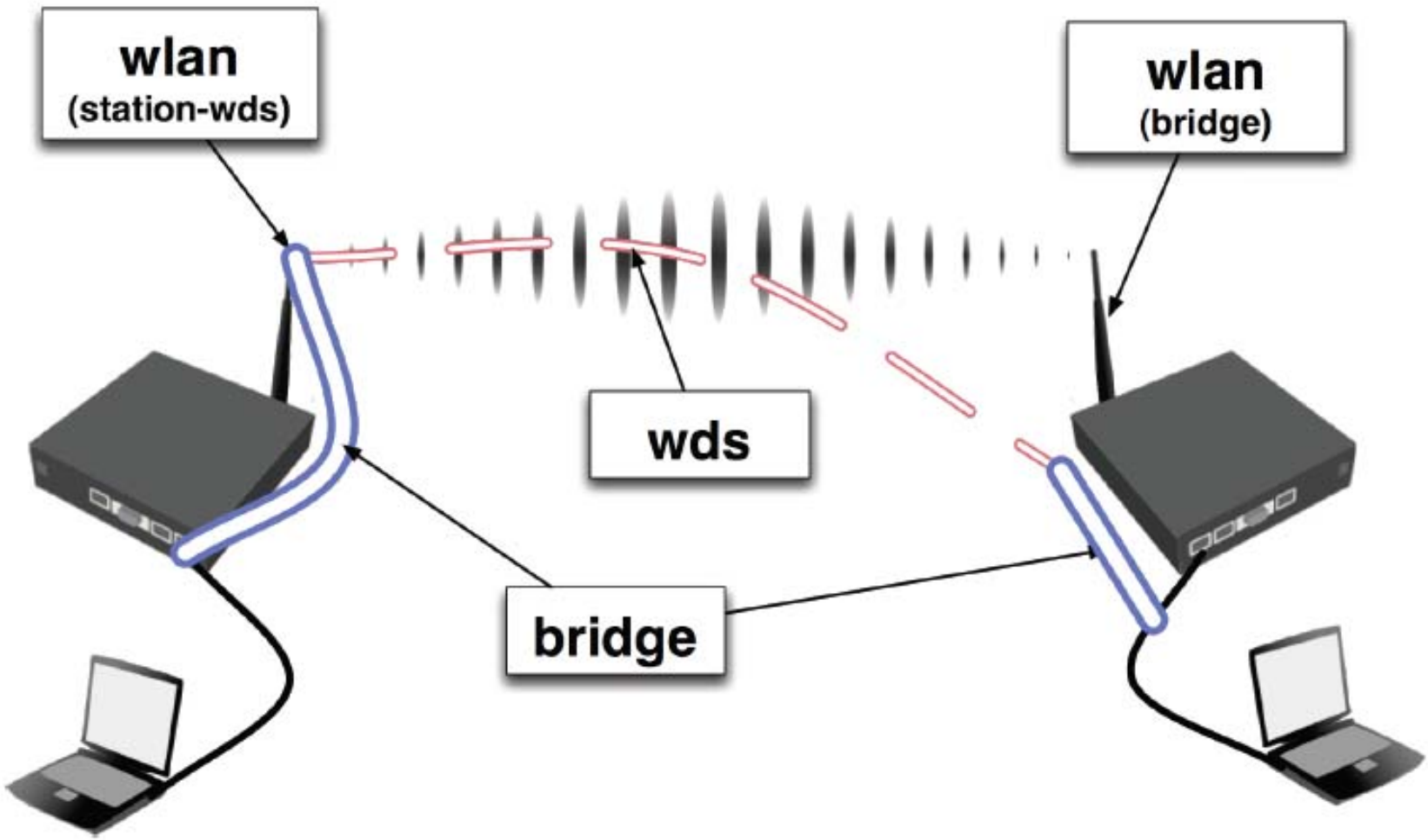
- To use static WDS use “ap-bridge” mode
- Set WDS mode to “static” and WDS
- default bridge to “none”
- Create static WDS interfaces



Static WDS Interface

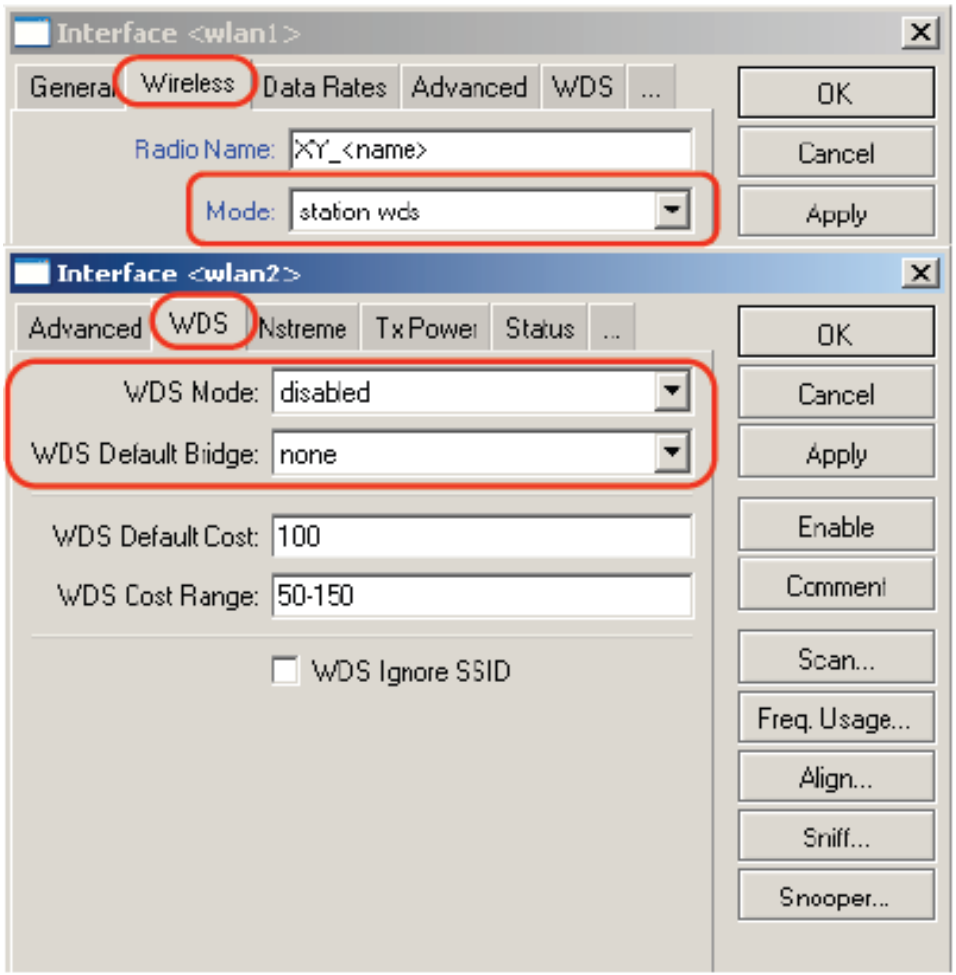


Station-WDS

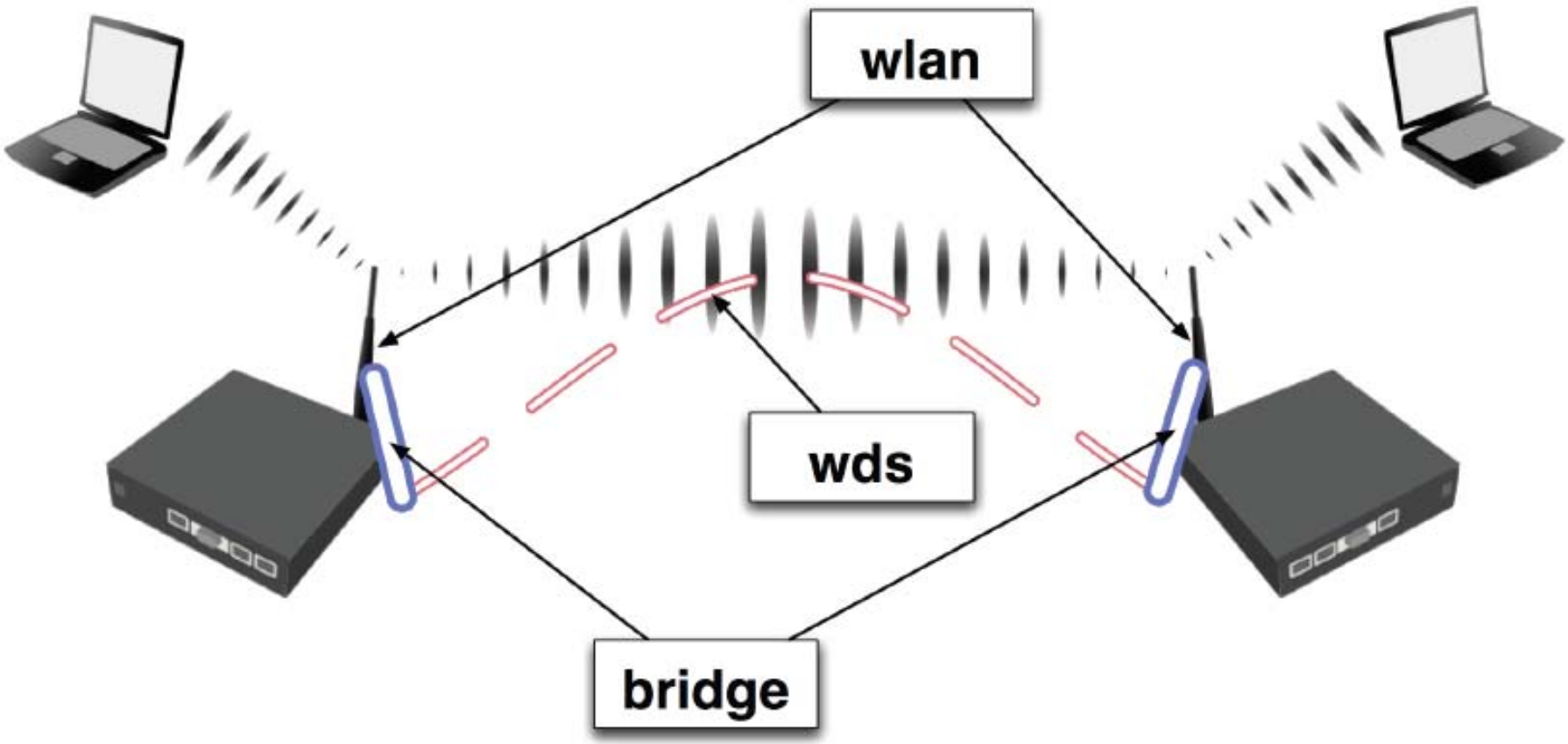


Station-WDS

- Use station-wds mode to create clients with WDS capabilities
- WDS-mode must be disabled on the wireless card
- Now your wireless interface will work in the bridge

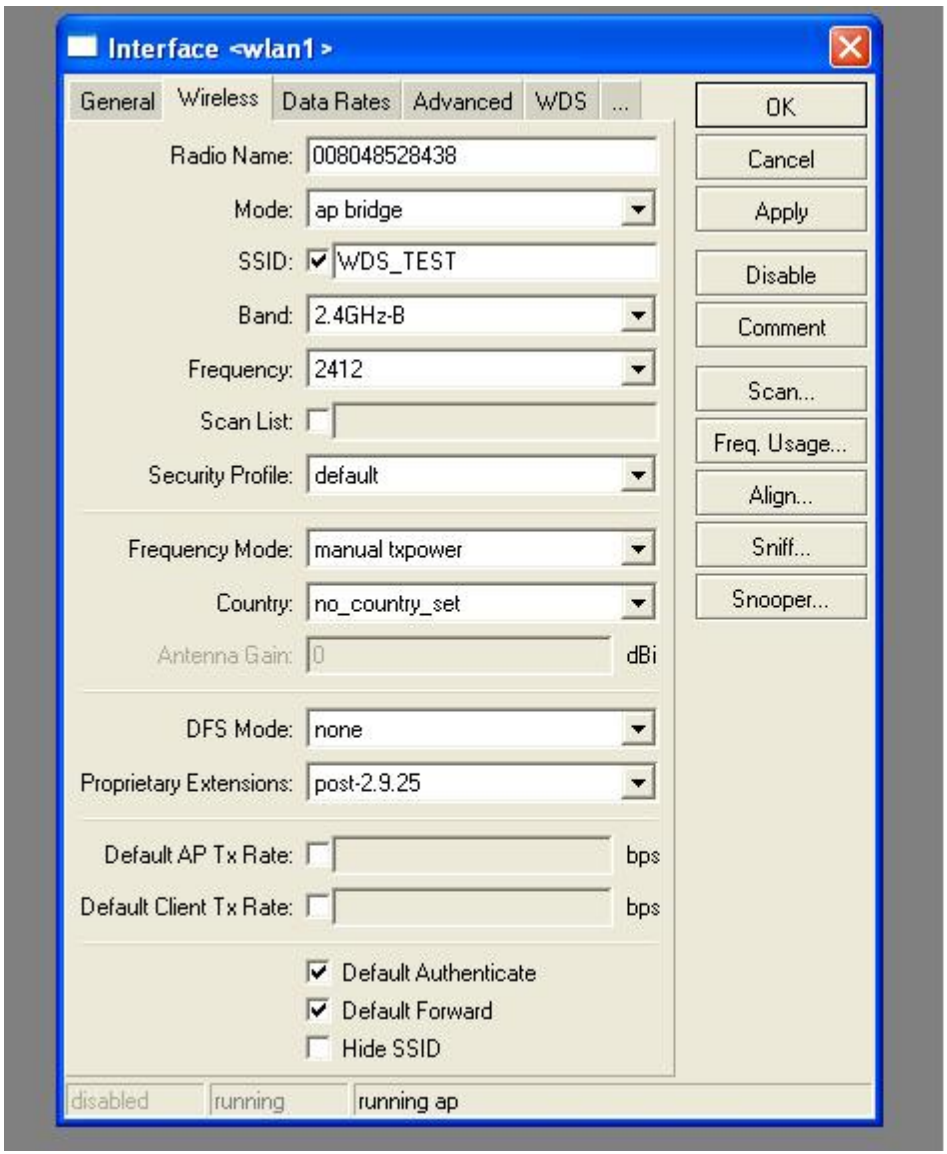


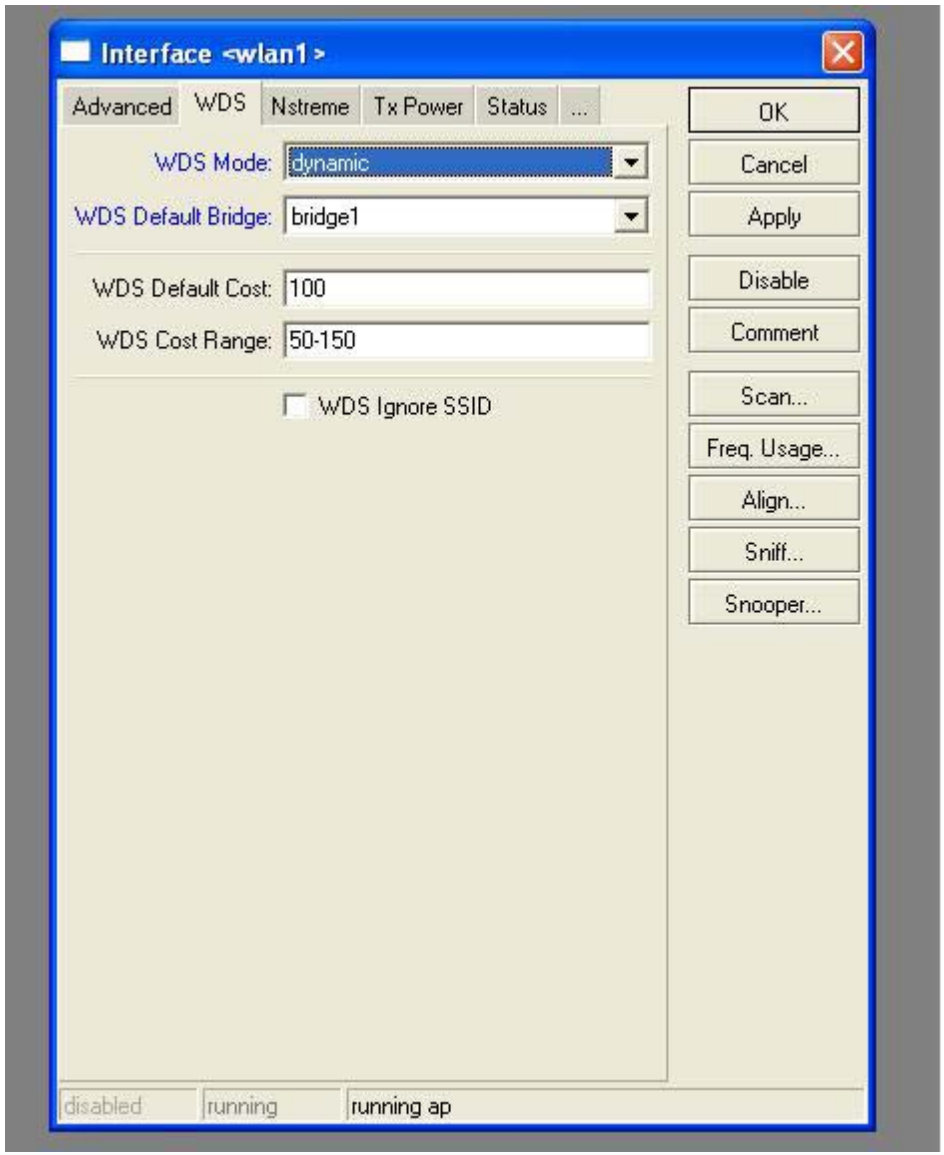
Simple MESH using WDS



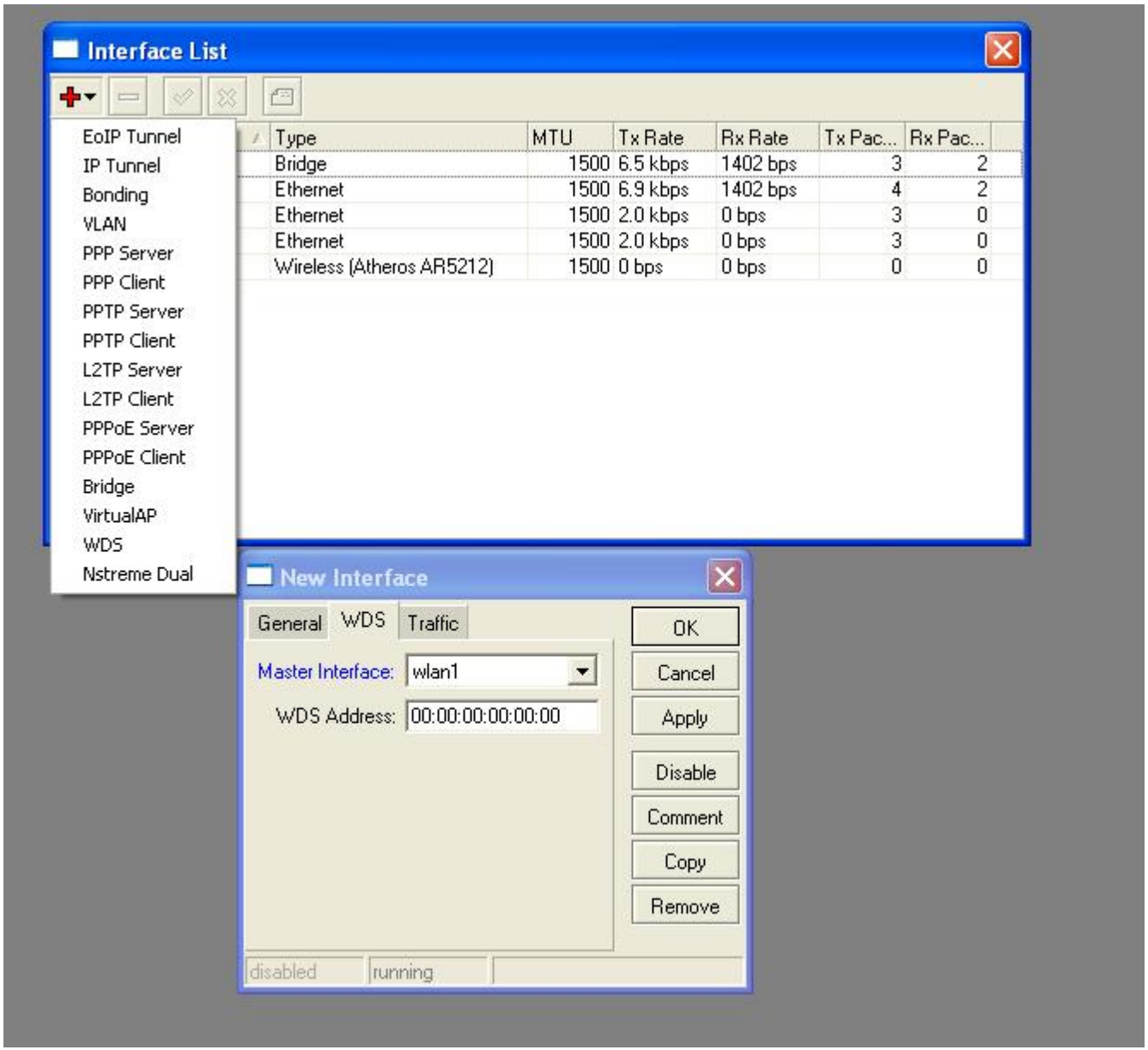
WDS Setting

Konfigurasi router 1

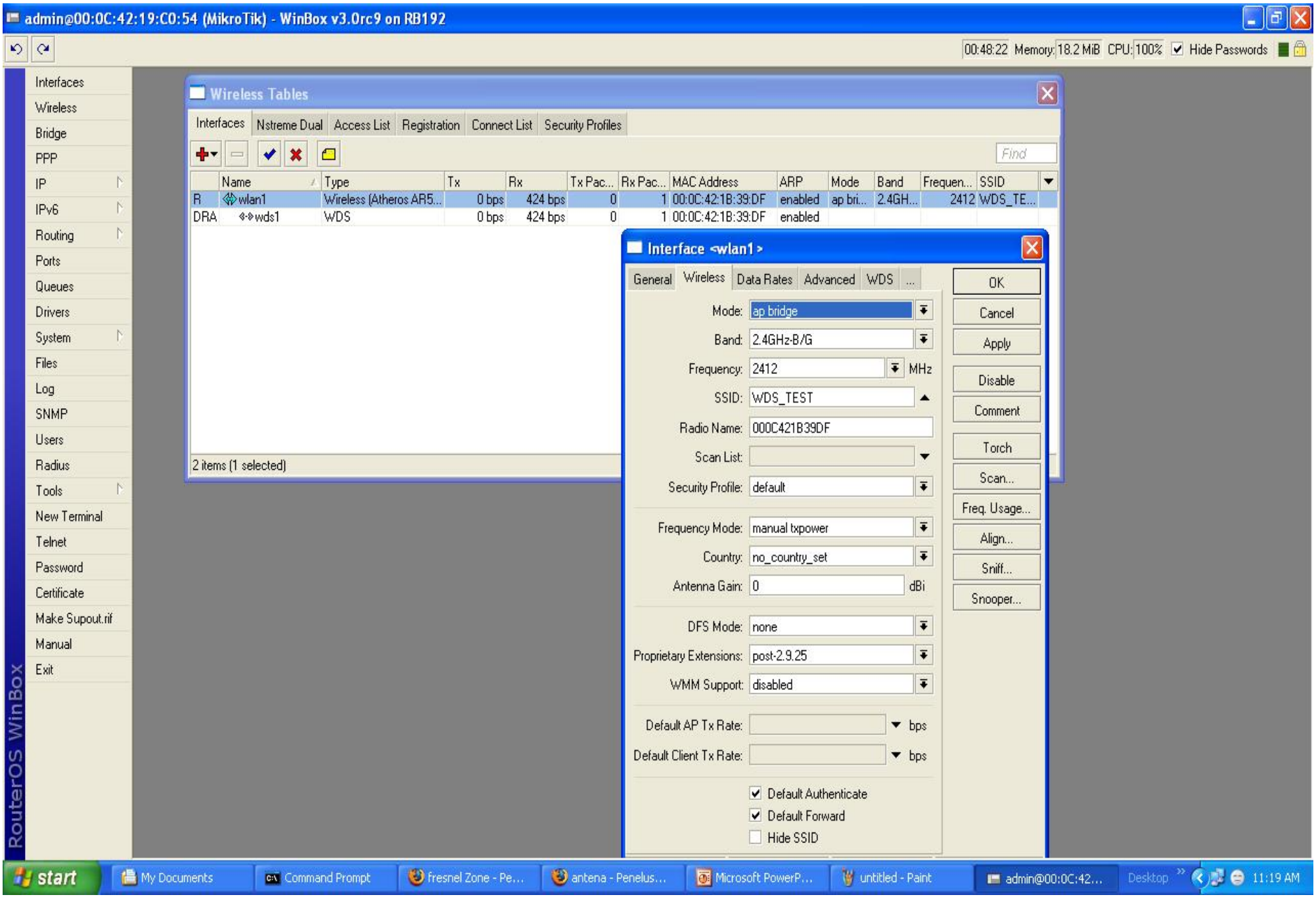




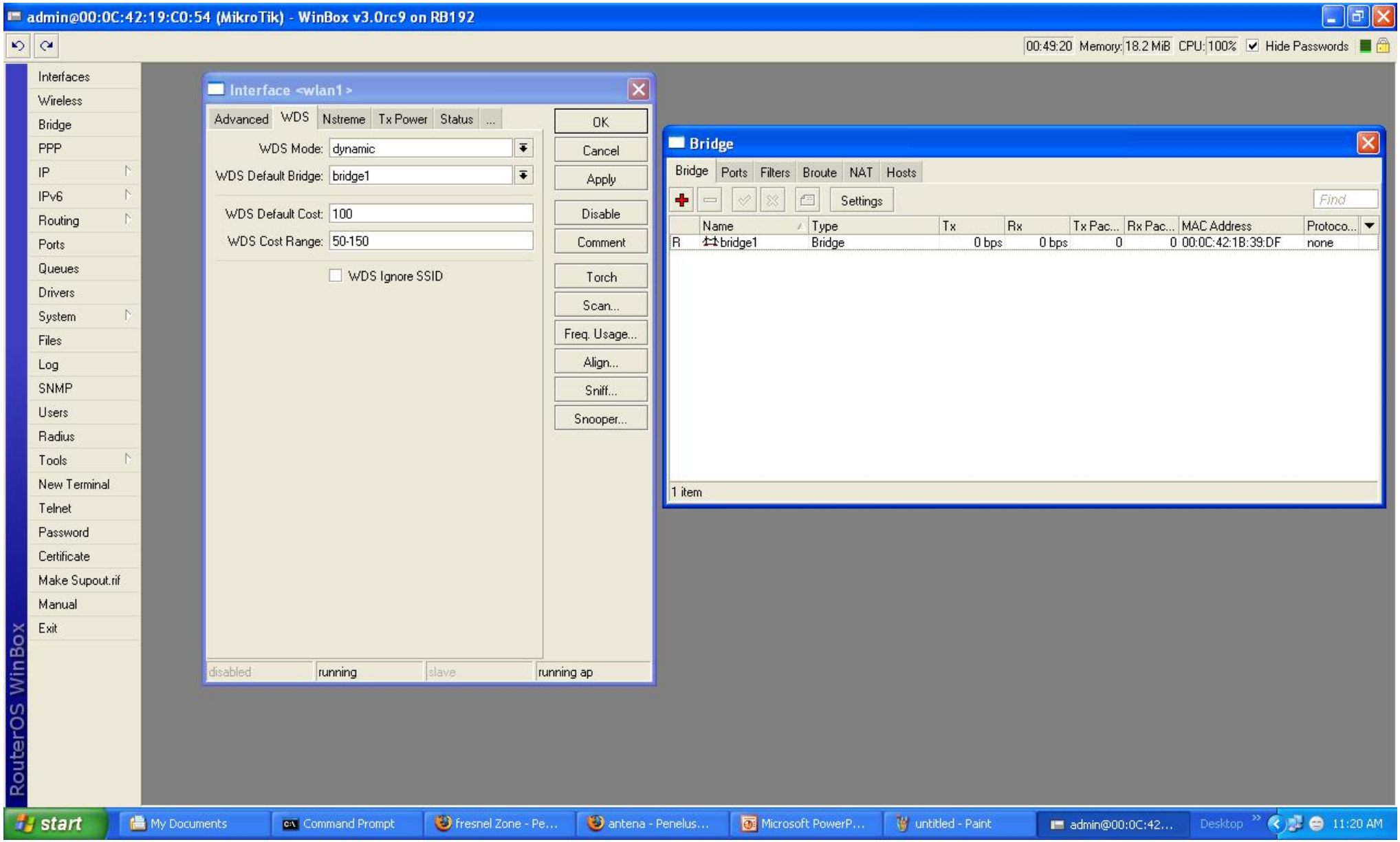
Membuat interface WDS



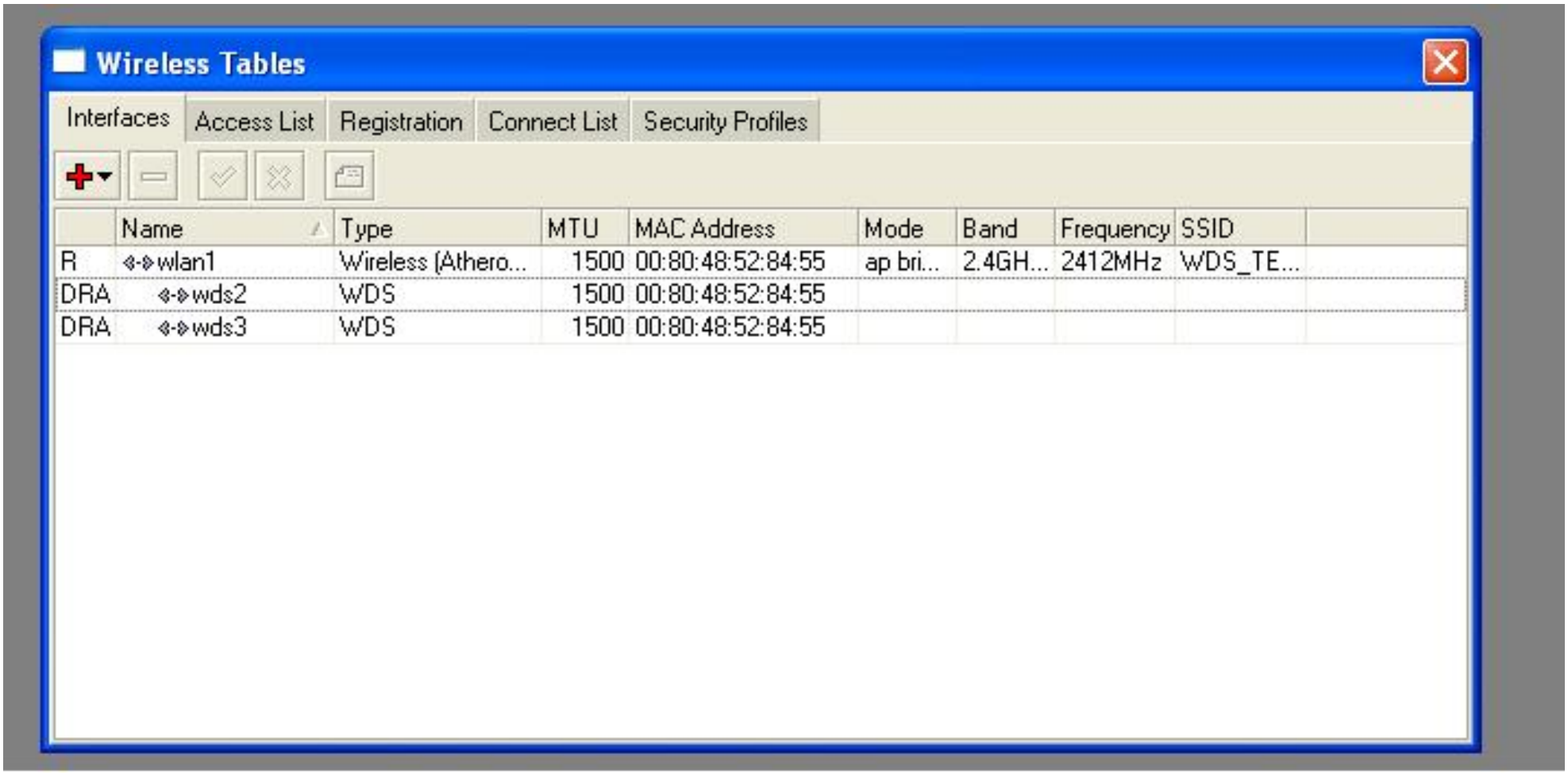
Konfigurasi router 2



Bridge dan mengaktifkan WDS

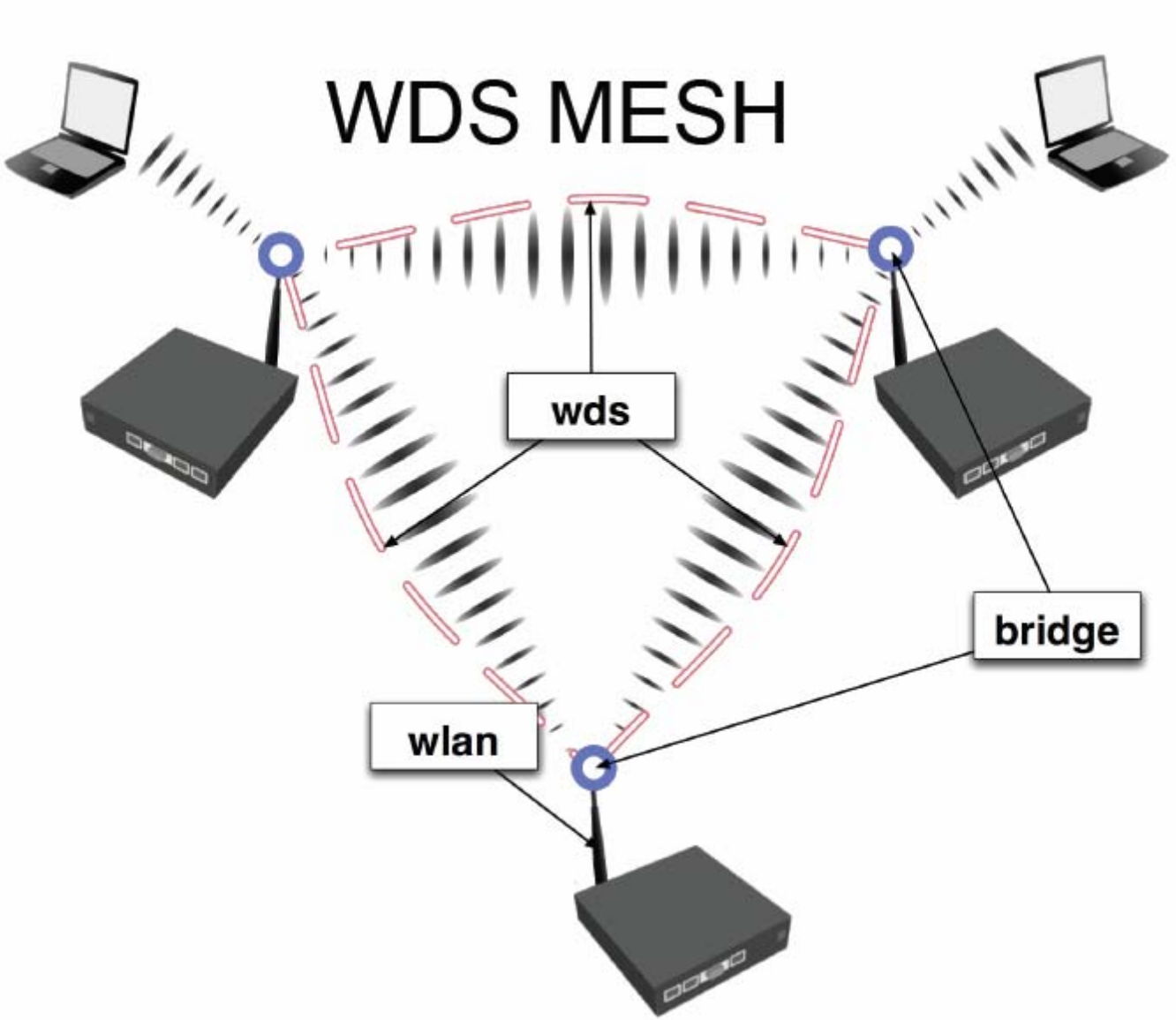


WDS Interface yang berhasil dibentuk

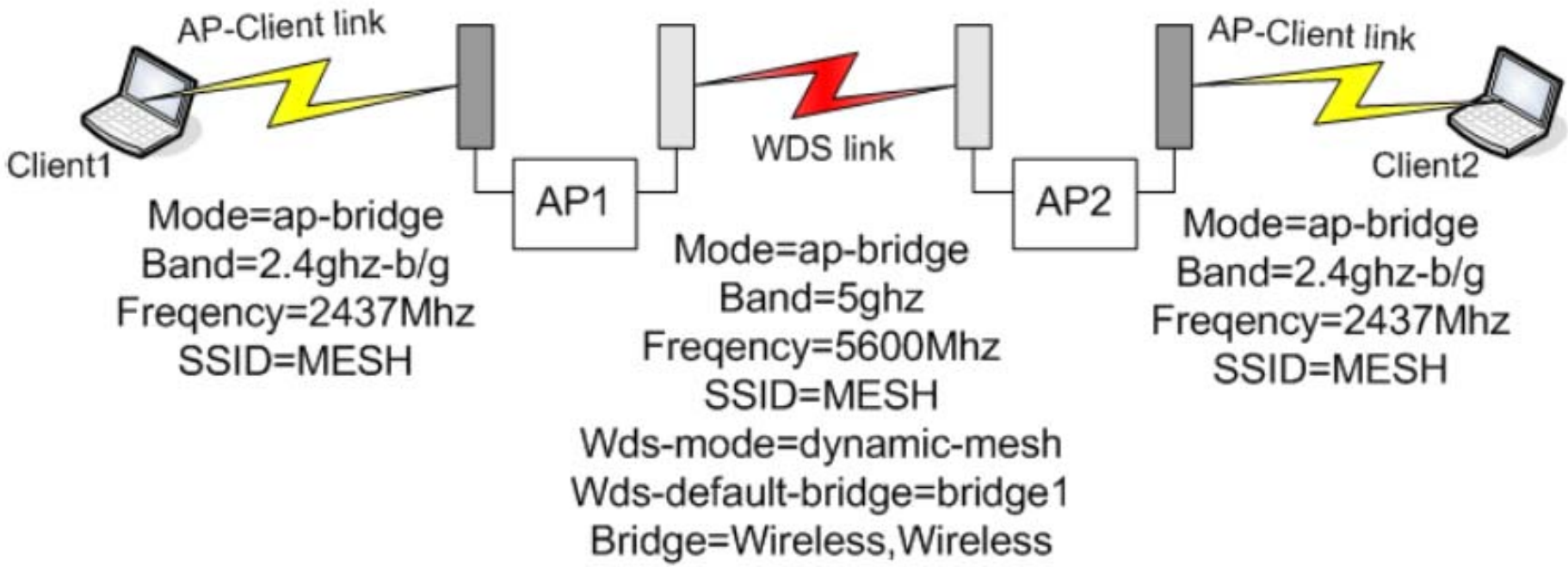


WDS Interface Mode

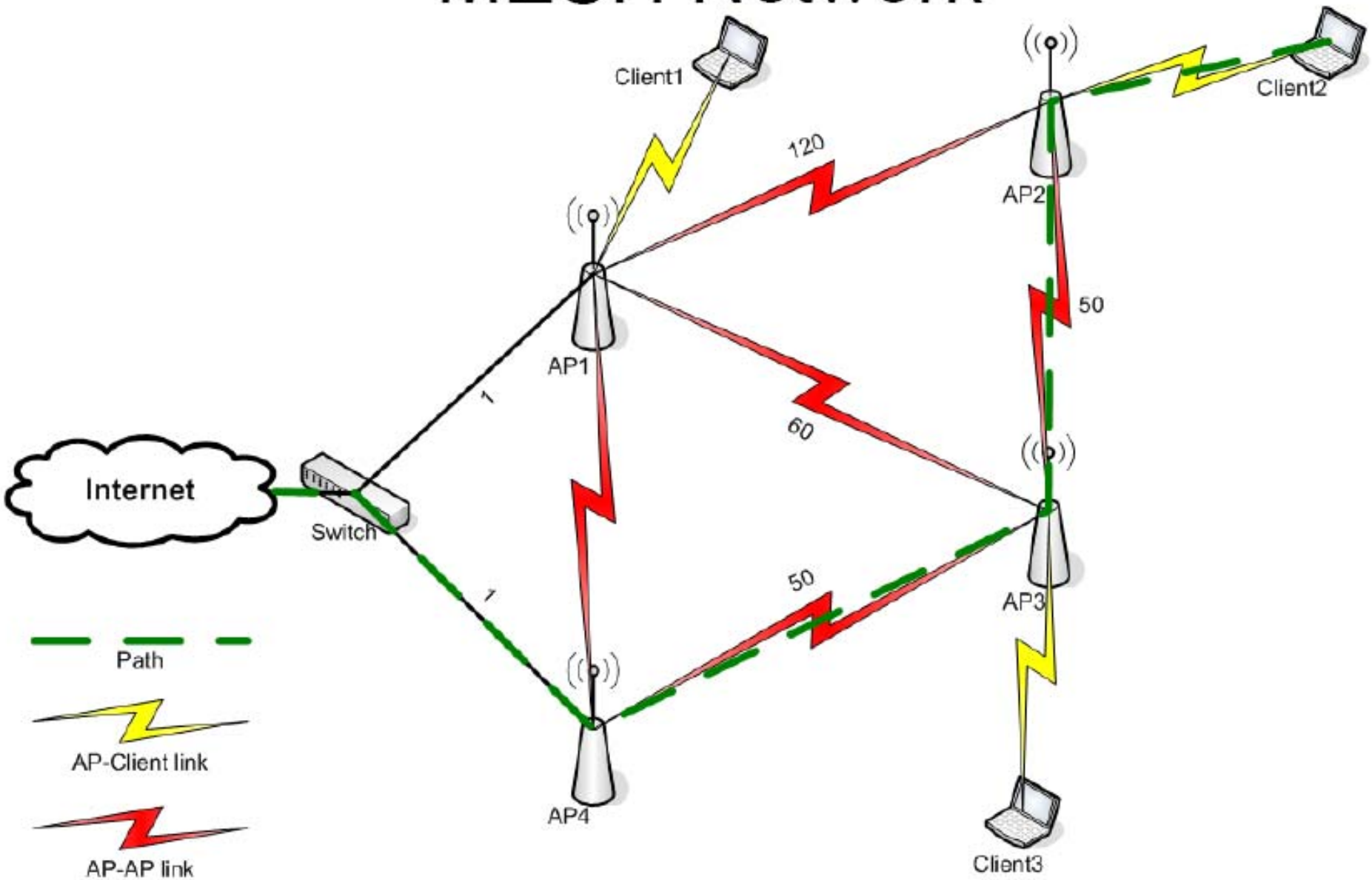
- Ap-bridge dengan ap-bridge
  - Dapat diset frekuensi pada masing-masing AP
  - Dapat melayani banyak station
- Ap-bridge dengan wds-slave
  - Frekuensi pada slave mengikuti Ap-bridge
  - Dapat melayani banyak station
- Ap-bridge dengan station-wds
  - Frekuensi pada slave mengikuti Ap-bridge
  - Tidak dapat melayani station


WDS MESH
wds
bridge
wlan

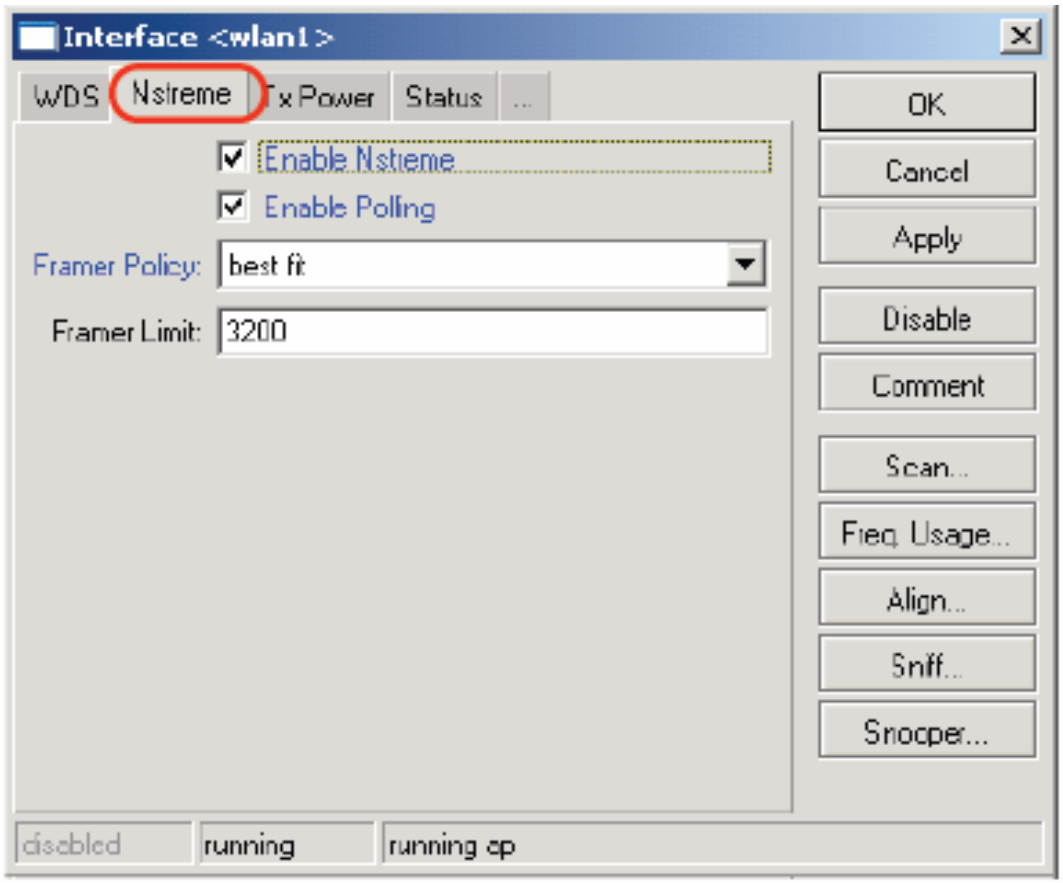
Dual Band MESH



MESH Network



Fitur Nstream



Nstreme Protocol

- Benefits of Nstreme protocol:
- Client polling
- Very low protocol overhead per frame allowing super-high data rates
- No protocol limits on link distance
- No protocol speed degradation for long link distances
- Dynamic protocol adjustment depending on traffic type and resource usage

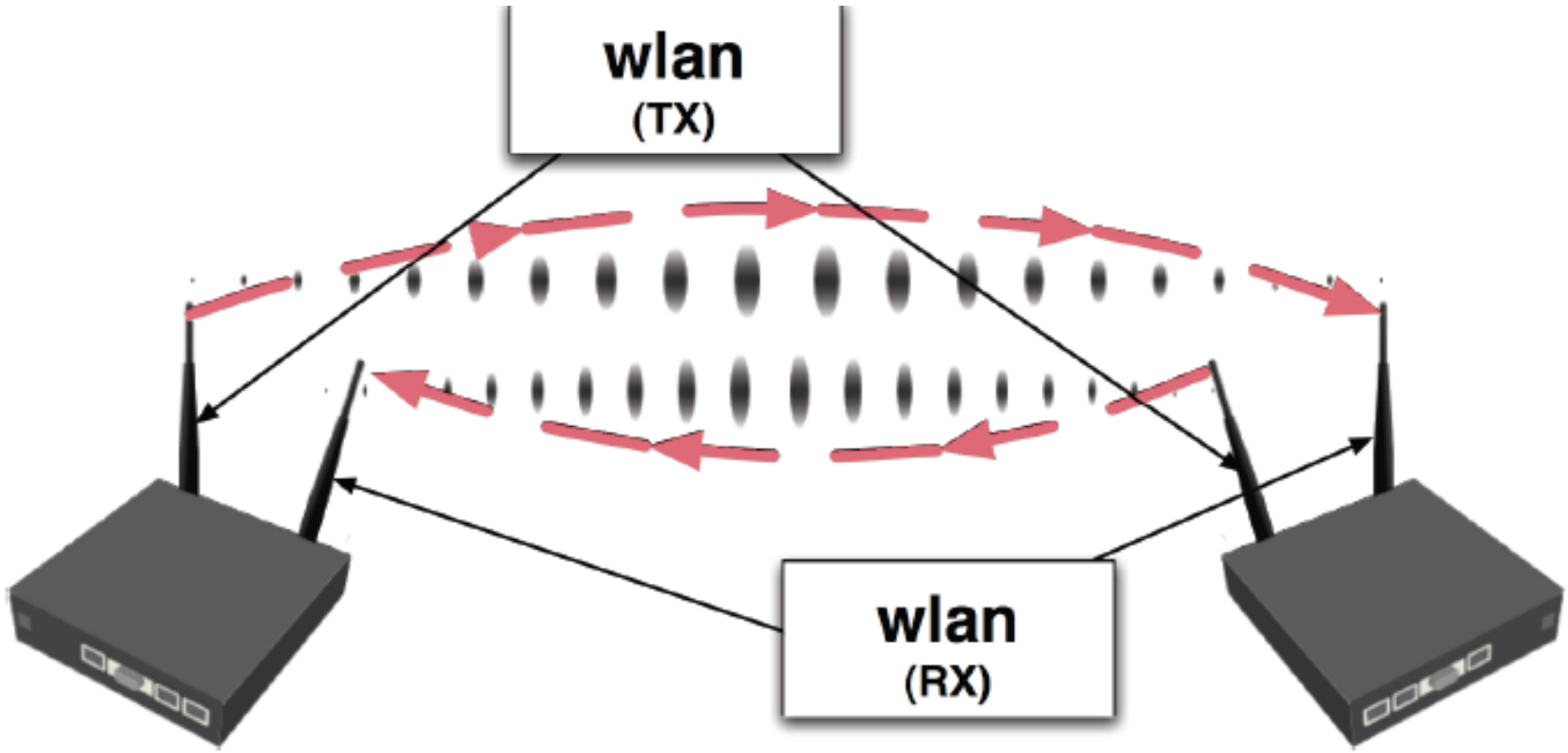
Nstream Frames

- Framer limit = maximal frame size
- Framer-policy = bagaimana mengkombinasi frames
  - None = do not combine packet
  - Best-fit = put as much packets as possible in one frame until the limit is met but do not fragment packetz
  - Exact-size = put as much packets as possible in one frame until the limit is met even if fragmentation will be needed
  - Dynamic-size = choose the best frame size dynamically

Konfigurasi Nstream untuk 2 wireless

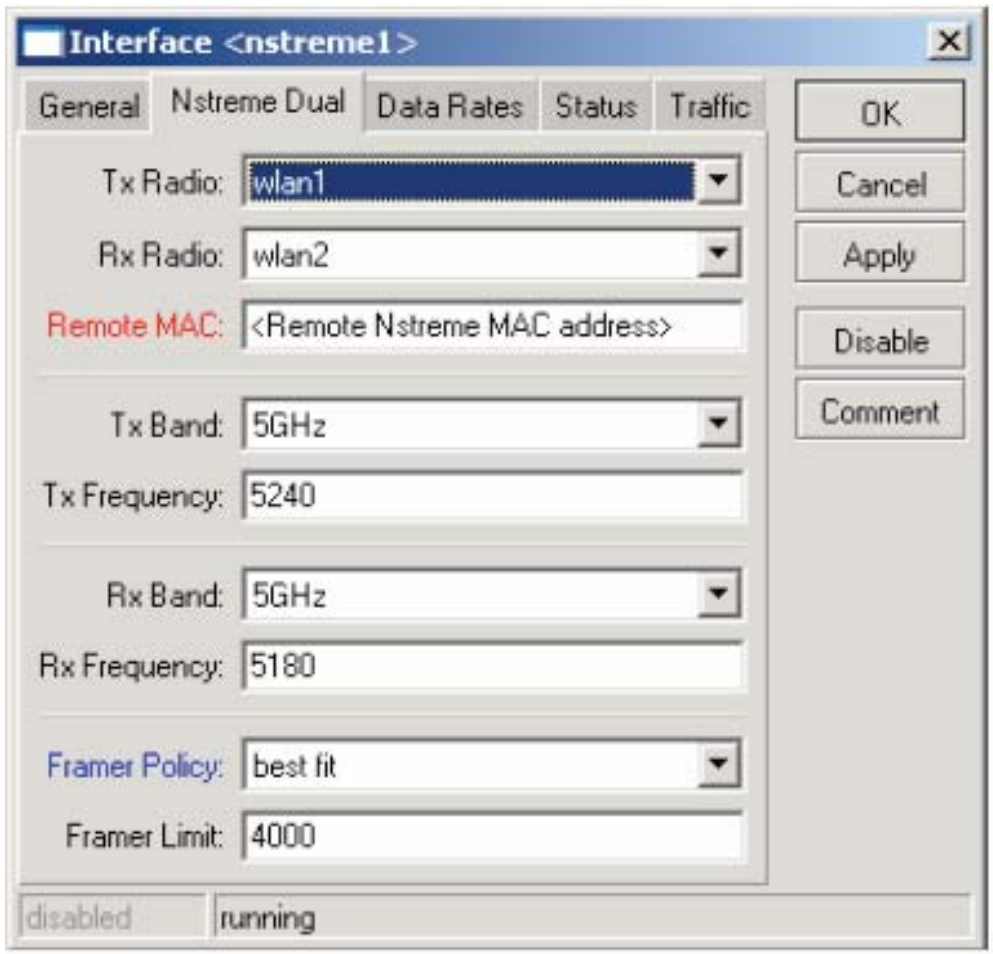
- Router 1
  - Set mode Ap-bridge pada wlan1 interface
  - /interface wireless nstream set wlan1 enable-nstream= yes
- Router 2
  - Set mode station pada wlan1 interface
  - Konekkan ke AP
  - /interface wireless nstream set wlan1 enable-nstream= yes
  - Kemudian monitor link dengan script :
  - /interface wireless monitor wlan1

Nstreme Dual Protocol



Nstreme Dual Interface

- Set both wireless cards into“nstreme_dual_slave” mode
- Create Nstreme dual interface (press “plus” button in wireless interface window)
- Use framer policy only if necessary

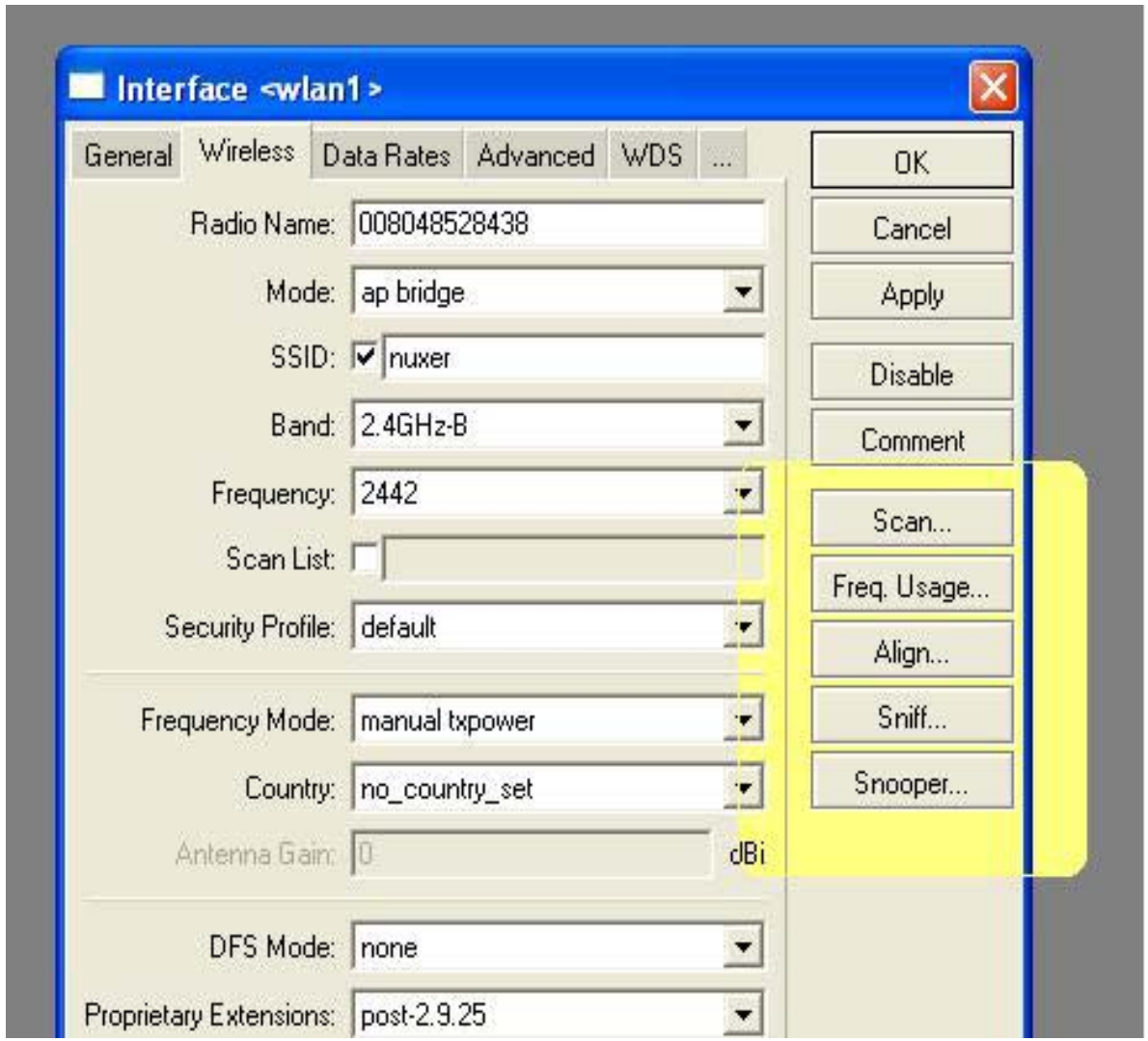


Fitur –fitur dalam wireless

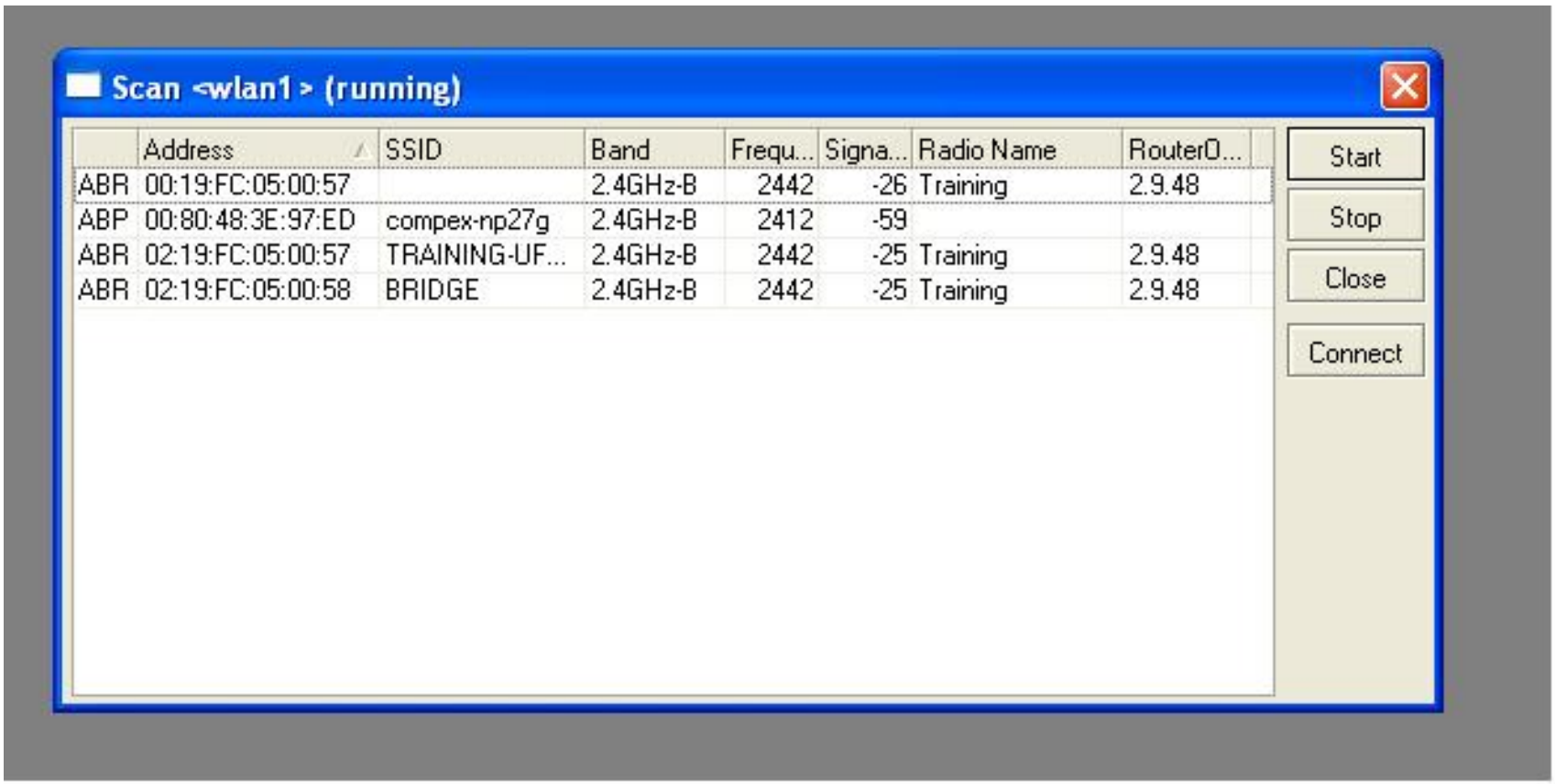
- Default forward : mengallow client untuk saling berkomunikasi
- Ack-timeout : acknowlodge code timeout untuka acknowledgement messages.
- Connect list : dapat mengallow atau deny clients yang terkoneksi dengan akses point.
- Supported –rates : client data rates.
- Basic rates : link management data rates
- Jika router tidak dapat mengirim atau menerima data pada basic rate maka link akan down.

Tool dalam wireless

- Scan
- Frecuency Used
- Sniffer
- Snooper

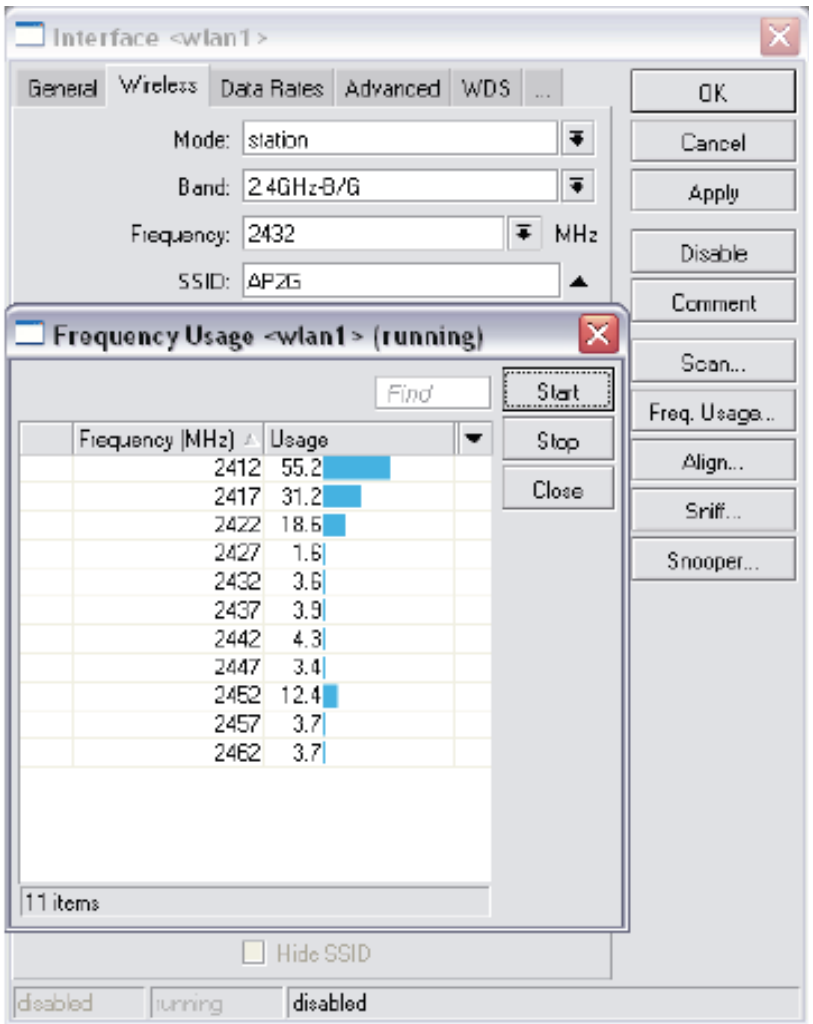


Scan = untuk menscan wifi yang ada disekitar area jangkauan antena

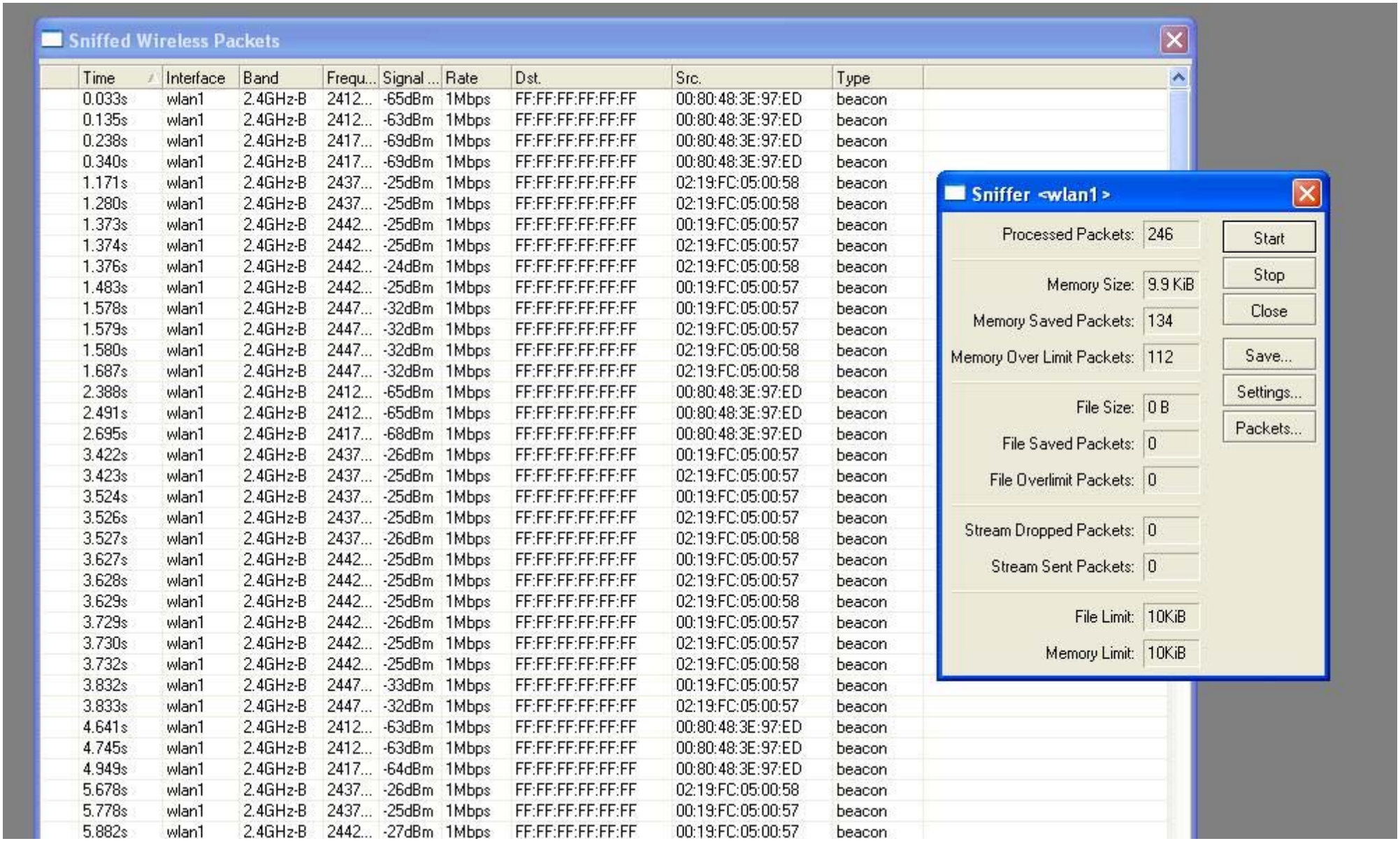


Frequency Usage Tool

- Frequency Usage Monitor looks only for IEEE 802.11 frames
- Interface is disabled during the Frequency usage monitor



Sniffer = mencapture paket wifi



Snooper = untuk mencapture paket secara detail tiap wifi yang berada pada jangkuan antena