



Wireless Fundamentals & Performance



Certified Mikrotik Training - Advanced Class (MTCWE)

Organized by: Citraweb Nusa Infomedia
(Mikrotik Certified Training Partner)

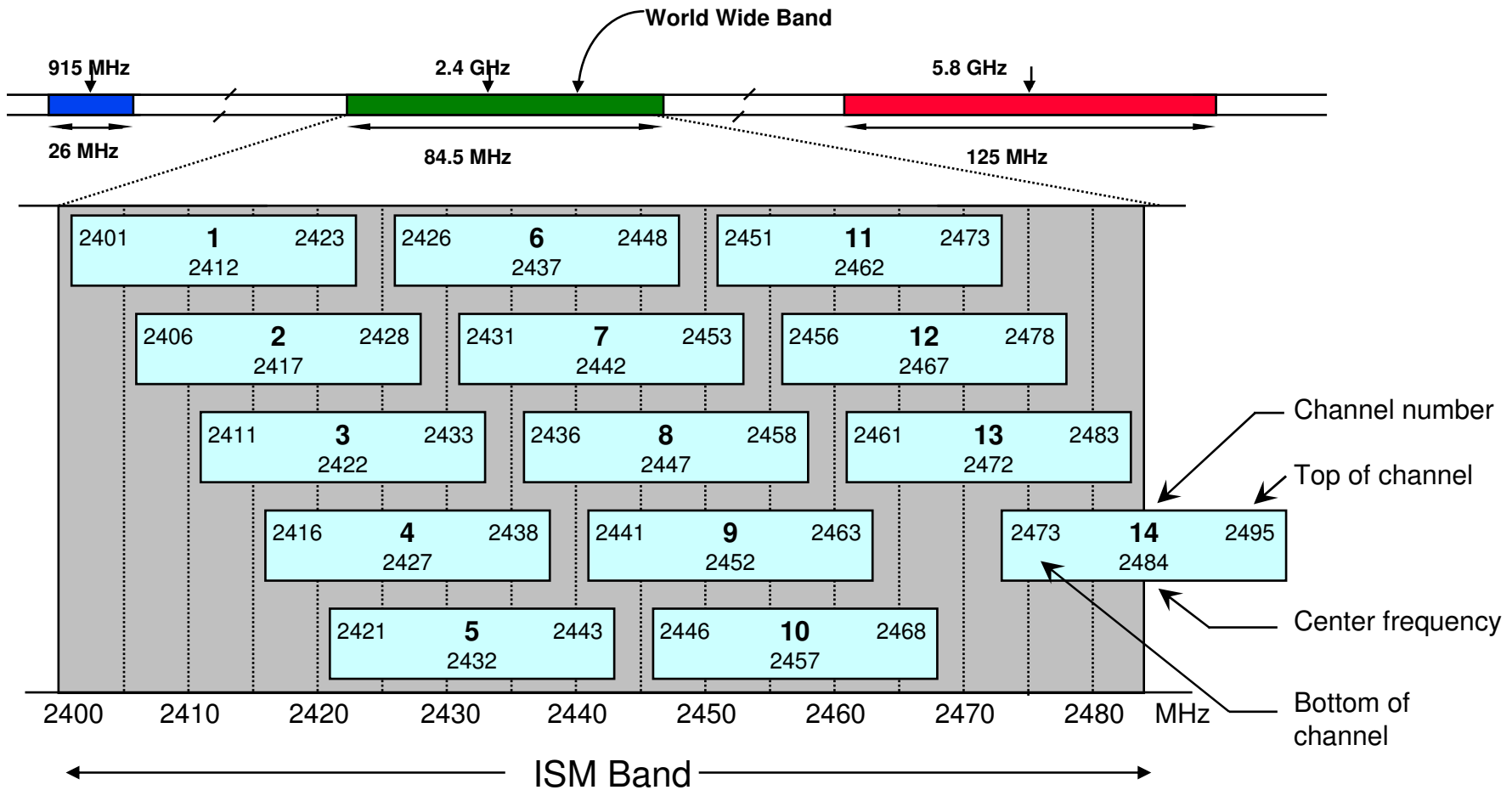


Training Outline

- Pada materi ini akan dijelaskan :
 - Wireless Fundamentals
 - Frequency & Signal
 - Tx Power & RX Sensitivity
 - Wireless Modulation
 - Wireless Performance
 - Data Rates
 - SNR
 - CCQ
 - Frame vs HW-Frames

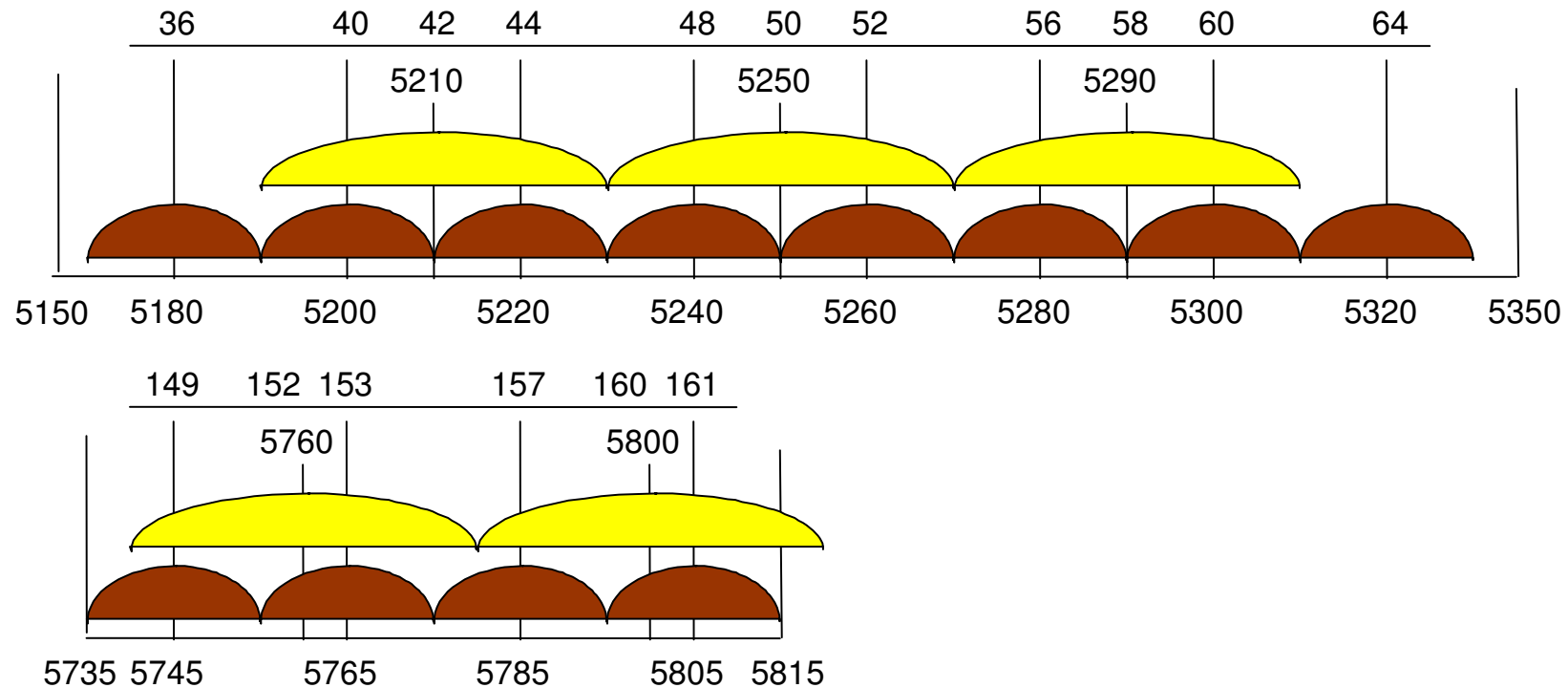


Channels 802.11b





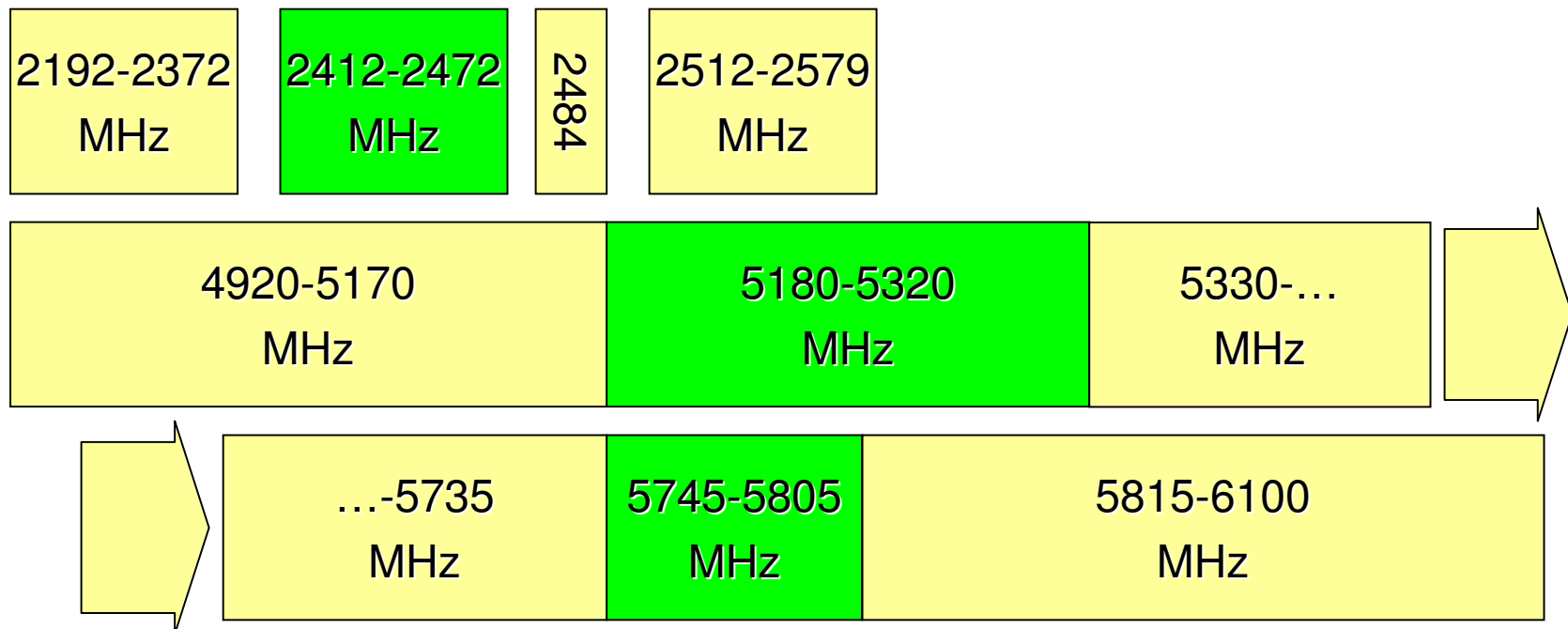
Frequency 802.11a



- (12) 20 MHz wide channels
- (5) 40MHz wide turbo channels

● ● ● | Custom Frequencies

- MikroTik RouterOS supports ISM Band and 'custom' frequencies for Atheros cards:



Supported Frequency

- **A/B/G Atheros** chipset cards usually support such frequencies
 - 2Ghz band: 2192-2539Mhz
 - 5Ghz band: 4920-6100Mhz
- **N Atheros** chipset cards usually support such frequencies
 - 2Ghz band: 2192-2539Mhz
 - 5Ghz band: 4800-6075Mhz

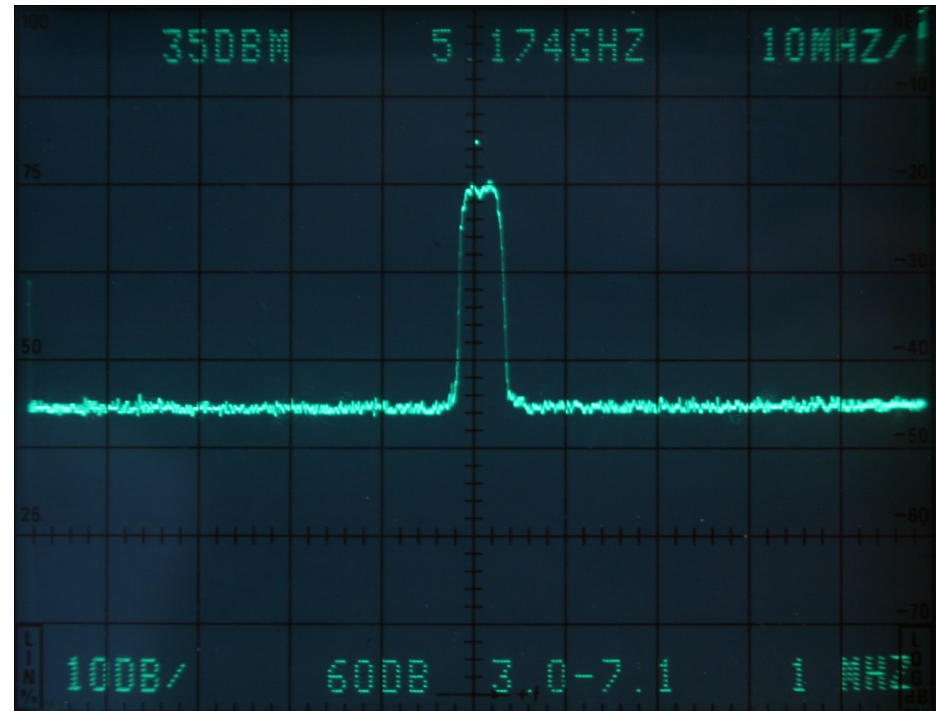
● ● ● | Channels Width

- Mikrotik memiliki kemampuan untuk memanipulasi lebar pita kanal yang berpengaruh pada performance link Wireless (Interference & Throughput).
- Supported Channel Width :
 - **5 MHz** Channels
 - **10 MHz** Channels
 - **20 MHz** wide channels
 - **40MHz** wide turbo channels
- Pemilihan Channel Width (Wireless Band) yang tepat juga dapat meningkatkan ketahanan terhadap interferensi atau juga bisa meningkatkan throughput.



5 MHz Channels

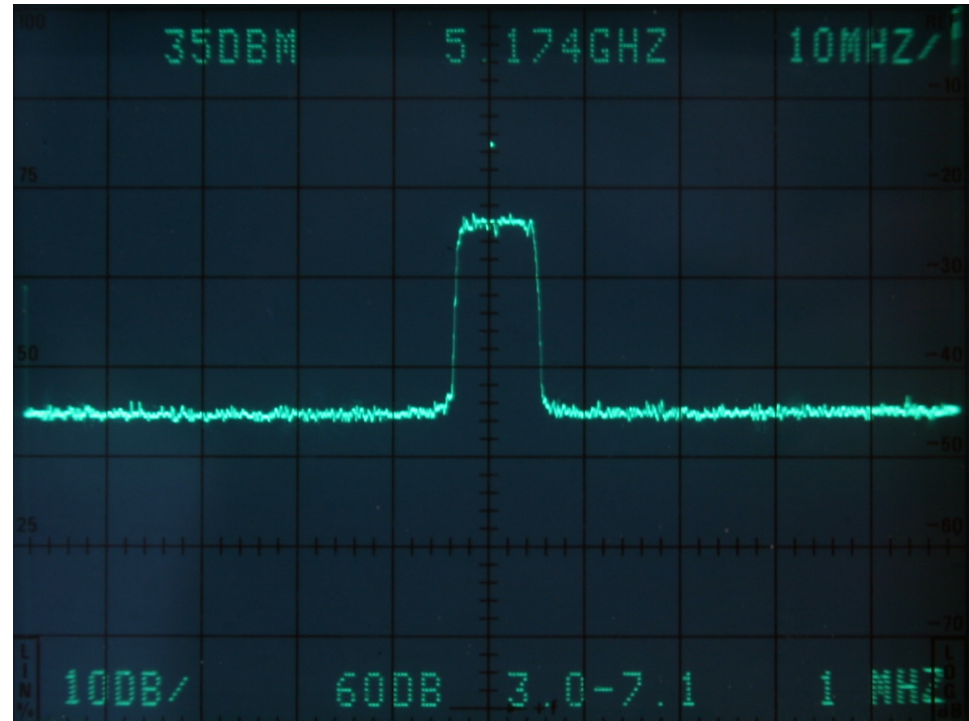
- Band :
 - 2GHz-5MHz
 - 5GHz-5MHz
- 5 MHz channels
- Keuntungan :
 - Lebih fleksibel dan lebih tahan terhadap interferensi
- Kerugian :
 - Penurunan Troughput
 - Data-Rate / 4





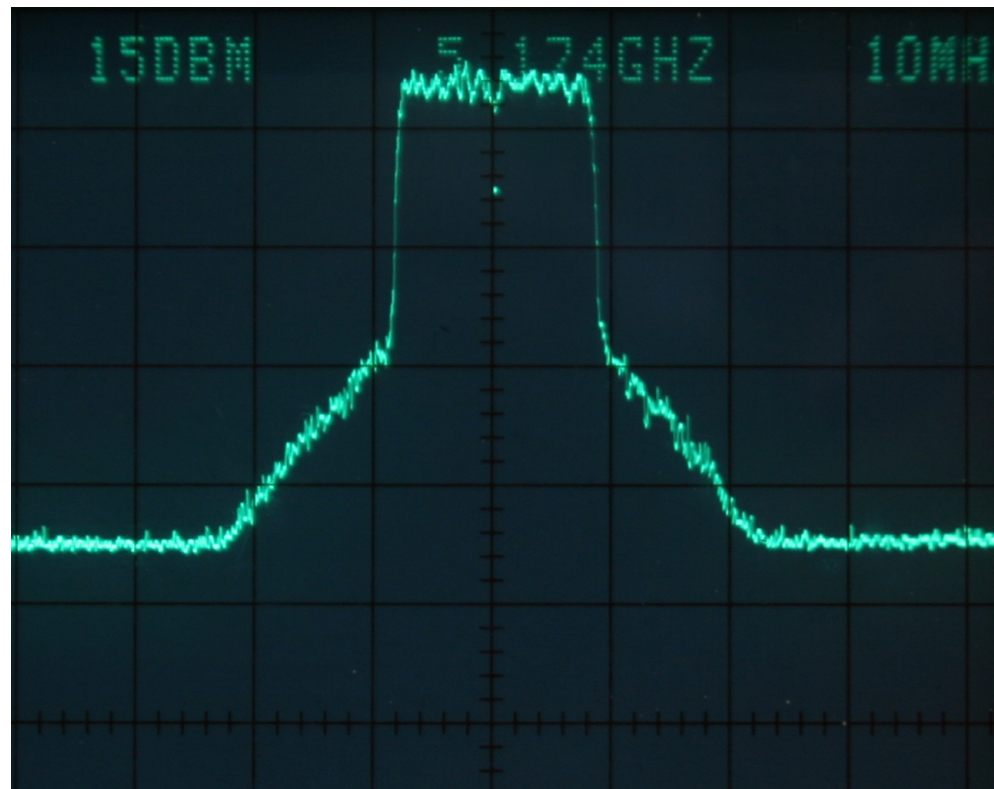
10 MHz Channels

- Band :
 - 2GHz-10MHz
 - 5GHz-10MHz
- 10 MHz channels
- Keuntungan :
 - Lebih fleksibel dan lebih tahan terhadap interferensi
- Kerugian :
 - Penurunan Troughput
 - Data-Rates / 2



● ● ● | 20 MHz Channels

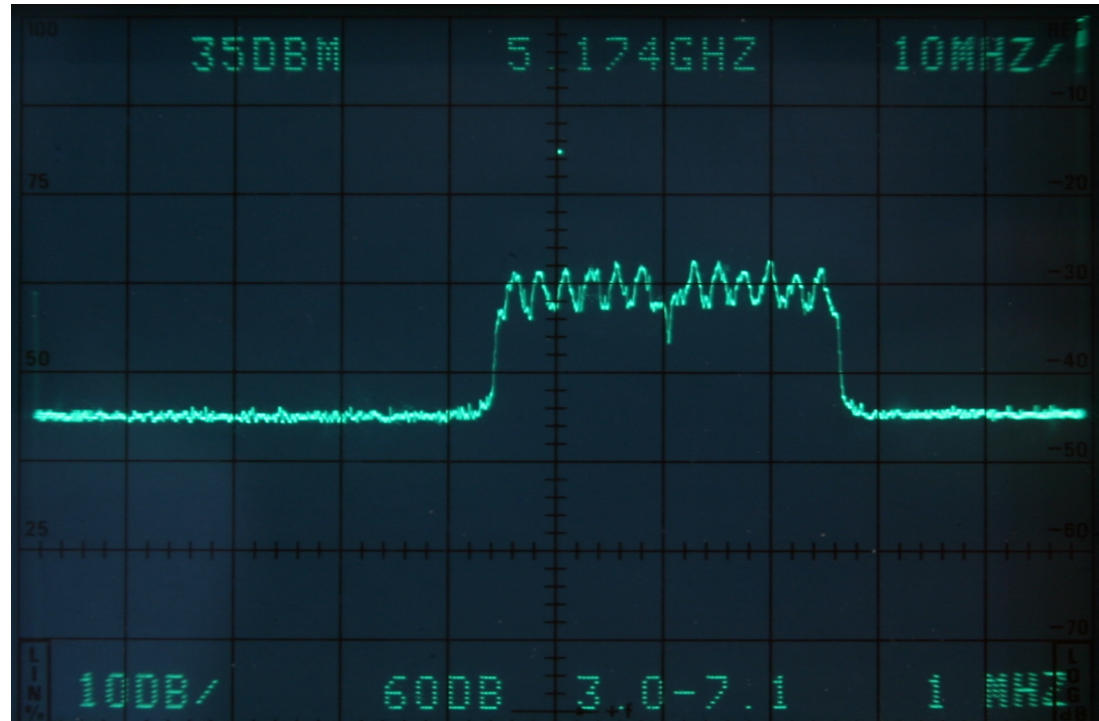
- Band=2.4GHz-b/g,5GHz
- 20 MHz Wide channels





40 MHz Channels

- Band :
 - 2.4GHz-Turbo
 - 5GHz-Turbo
- 40 MHz channels
- Keuntungan :



- Bisa mendapatkan Throughput yang besar ~80-90 Mbps
- Kerugian :
 - Rentan Interferensi

● ● ● | TX Power & RX Sensitivity

Standard	Output power / Receive Sensitivity
802.11a	17dBm/-88dBm @ 6Mbps
	13dBm/-71dBm @ 54Mbps
802.11b	19dBm/-95dBm @ 1Mbps
	19dBm/-90dBm @ 11Mbps
802.11g	18dBm/-90dBm @ 6Mbps
	15dBm/-73dBm @ 54Mbps

- Wireless Card memiliki spesifikasi TX Power dan RX Sensitivity yang bervariasi sesuai dengan kualitas dari card itu sendiri.
- Tidak hanya pada kualitas, TX power dan RX sensitivity juga akan berubah sesuai dengan Band yang digunakan dan besar throughput yang melewati card tersebut.

TX Power & RX Sensitivity

- Semakin besar throughput yang digunakan maka secara otomatis Card wireless akan menyesuaikan.
- Biasanya TX power dan RX sensitivity akan secara bertahap diturunkan jika throughput yang melewati card tersebut semakin tinggi.

802.11b	RX Sensitivity	Composite TX Power
1Mbit	-95	20
11Mbit	-91	21
802.11g		
6Mbit	-95	23
54Mbit	-81	19
802.11n 2.4GHz		
MCS0 20MHz	-95	21
MCS0 40MHz	-90	21
MCS7 20MHz	-78	17
MCS7 40MHz	-75	16

TX Power

Tx Power Mode: default

– Current Tx Powers –

Rate	Tx Power	Real Tx ...	Total Tx ...
6Mbps	18dBm	18dBm	21dBm
9Mbps	18dBm	18dBm	21dBm
12Mbps	18dBm	18dBm	21dBm
18Mbps	18dBm	18dBm	21dBm
24Mbps	18dBm	18dBm	21dBm
36Mbps	17dBm	17dBm	20dBm
48Mbps	16dBm	16dBm	19dBm
54Mbps	14dBm	14dBm	17dBm

- Mikrotik menampilkan secara detail power yang digunakan oleh card pada tiap Data-Rates atau throughput yang berbeda.
- TX power dapat diubah sesuai keinginan tetapi memaksakan tx power tinggi pada rate tertentu bisa mengakibatkan kerusakan pada wireless card.

TX Power - MIMO

Tx Power Mode: default

– Current Tx Powers

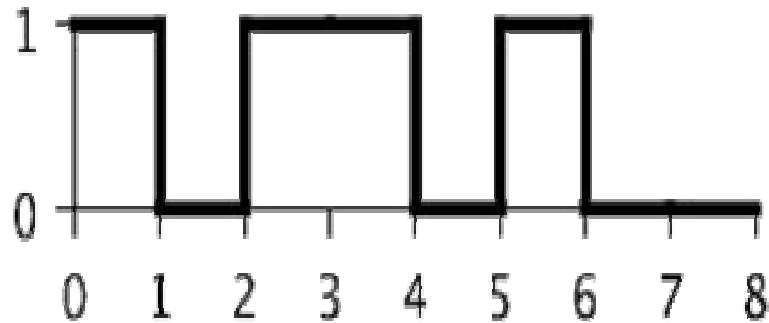
Rate	Tx Power	Real Tx ...	Total Tx ...
6Mbps	18dBm	18dBm	21dBm
9Mbps	18dBm	18dBm	21dBm
12Mbps	18dBm	18dBm	21dBm
18Mbps	18dBm	18dBm	21dBm
24Mbps	18dBm	18dBm	21dBm
36Mbps	17dBm	17dBm	20dBm
48Mbps	16dBm	16dBm	19dBm
54Mbps	14dBm	14dBm	17dBm

- Pada card Mikrotik berstandar N (MIMO) seperti seri card R52N, R2N TX power terbaca lebih detail.
- Karena adanya teknologi MIMO (Multiple IN Multiple Out) maka ada dua rangkaian Power Oscilator pada Card Wireless yang menyebabkan total power pada card bertambah dua kali lipat. Kenaikan dua kali lipat power maka akan bertambah 3db.

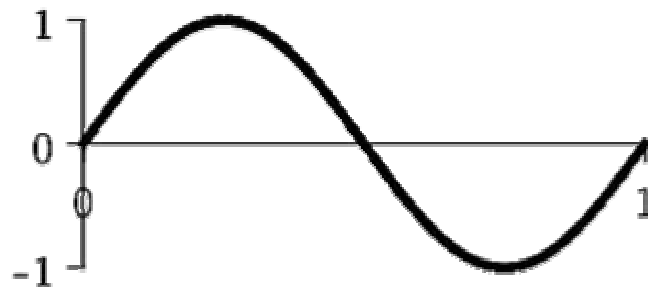


Wireless Modulation

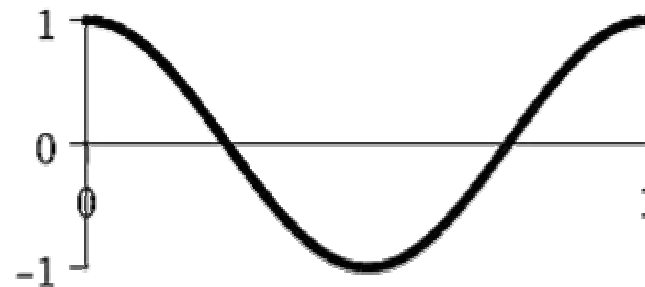
Digital signal: 1,0,1,1,0,1,0,0



$$h(t) = \sin 2t$$



$$h(t) = \cos 2t$$





Wireless Modulation

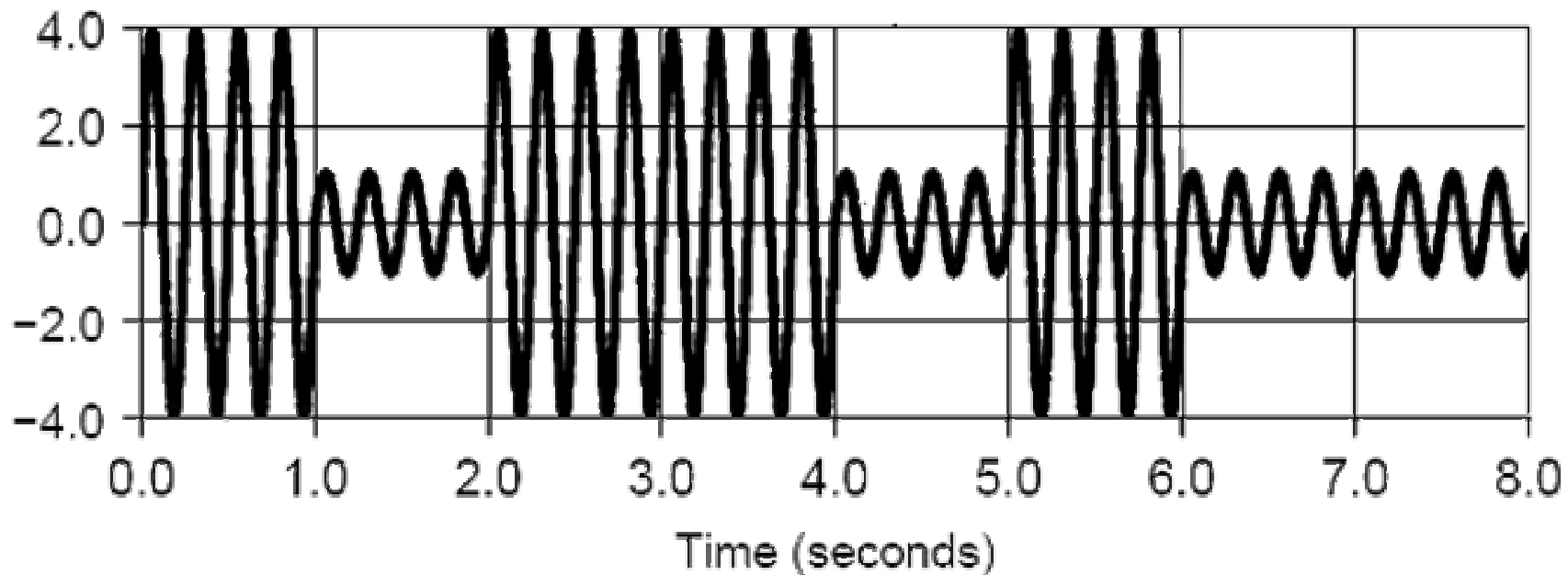
- Modulasi adalah sebuah teknik dimana sebuah gelombang pembawa digunakan untuk membawa informasi dari satu tempat ke tempat lain. Di Wireless LAN gelombang analog digunakan untuk membawa informasi digital.
- Elemen Gelombang baik itu amplitudo, fase, atau frekuensi, dimodifikasi sedemikian rupa sehingga informasi yang hadir pada gelombang dapat diuraikan di sisi penerima.
- Tiga jenis utama dari modulasi digital adalah:
 - Amplitude Shift Keying (ASK)
 - Phase Shift Keying (PSK)
 - Frequency Shift Keying (FSK)

● ● ● | Amplitude Modulation

- Amplitude Shift Keying (ASK) – adalah modulasi yang melakukan modifikasi terhadap amplitudo dari sebuah gelombang.

Amplitude modulation

Bit stream = 10110100, bit rate = 1 bps, $f = 4$ Hz, $a_0 = 1$, $a_1 = 4$



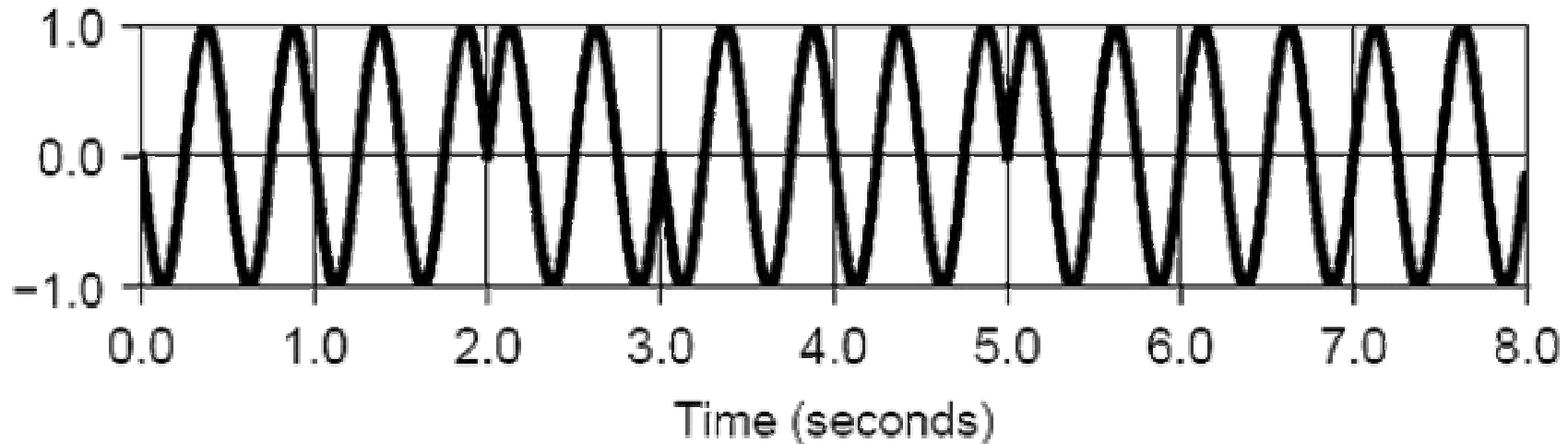


DPSK Modulation

- Phase Shift Keying (PSK) - merupakan skema modulasi digital yang mengirimkan data dengan mengubah atau memodifikasi fase sinyal gelombang pembawa.

Differential phase-shift keying

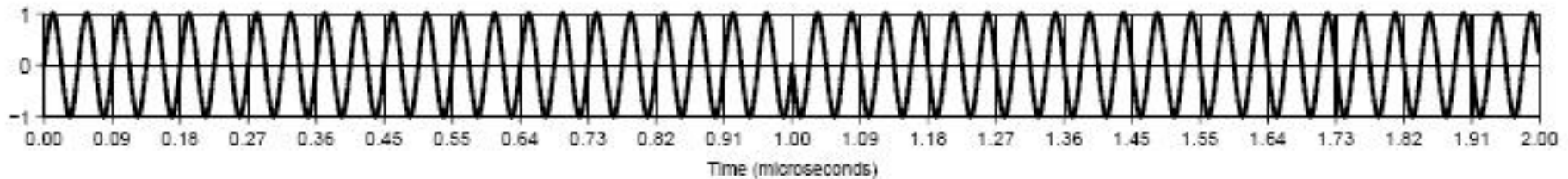
Example: Bit stream = 10110100, bit rate = 1 bps, $a = 1$, $f = 2$ Hz



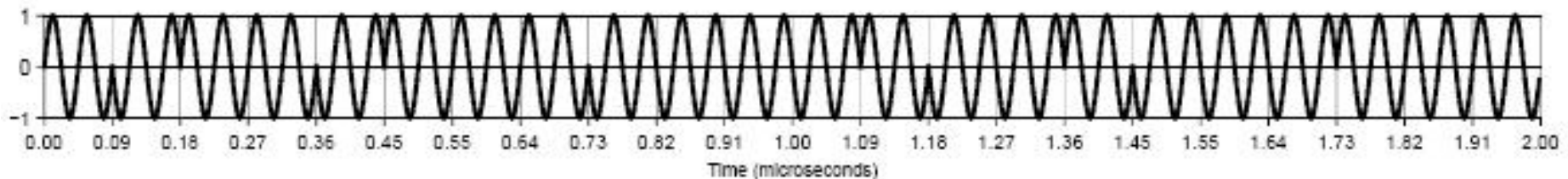


Modulation DSS,DPSK

**Direct-sequence spread spectrum
Bit 1 frequency is reduce**

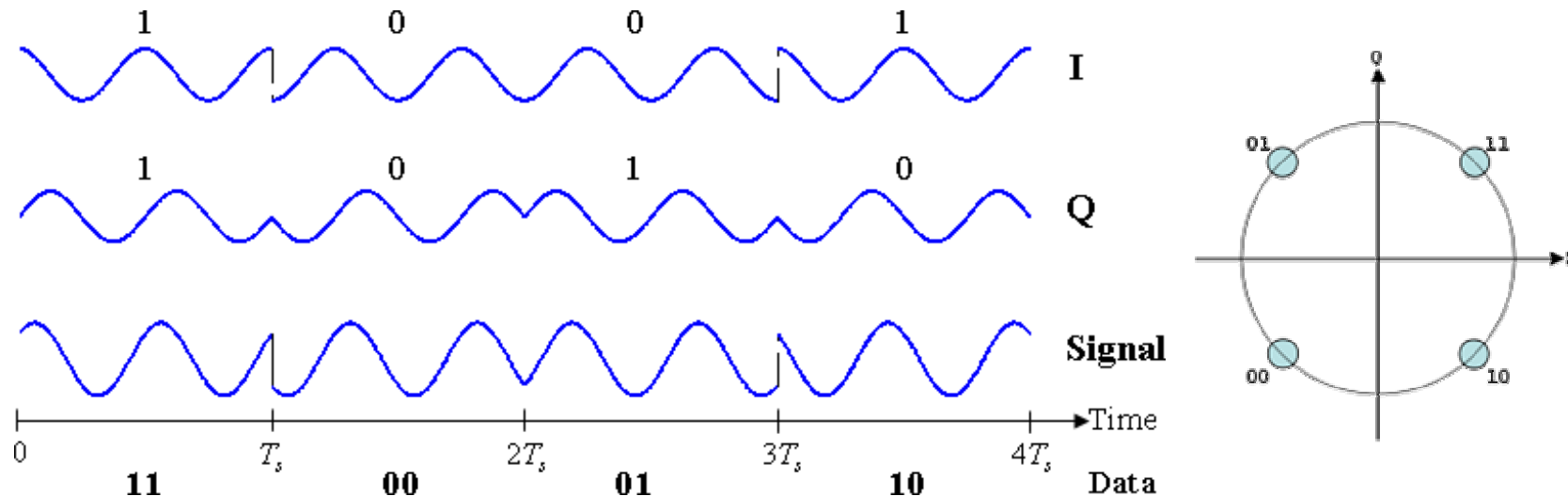


Chipping sequence, +1;-1; +1; +1;-1; +1; +1; +1;-1;-1;-1



Modulation QPSK

- **QPSK** menggunakan empat titik pada diagram konstelasi sekitar lingkaran. QPSK Dengan empat tahap dapat mengkodekan dua bit per simbol, yang ditunjukkan pada diagram dengan pengkodean tertentu untuk meminimalkan tingkat kesalahan bit (BER)
- Analisis matematika menunjukkan bahwa QPSK dapat digunakan baik untuk menggandakan data rate dibandingkan dengan sistem BPSK, tetapi tetap menjaga bandwidth yang sama dari sinyal.

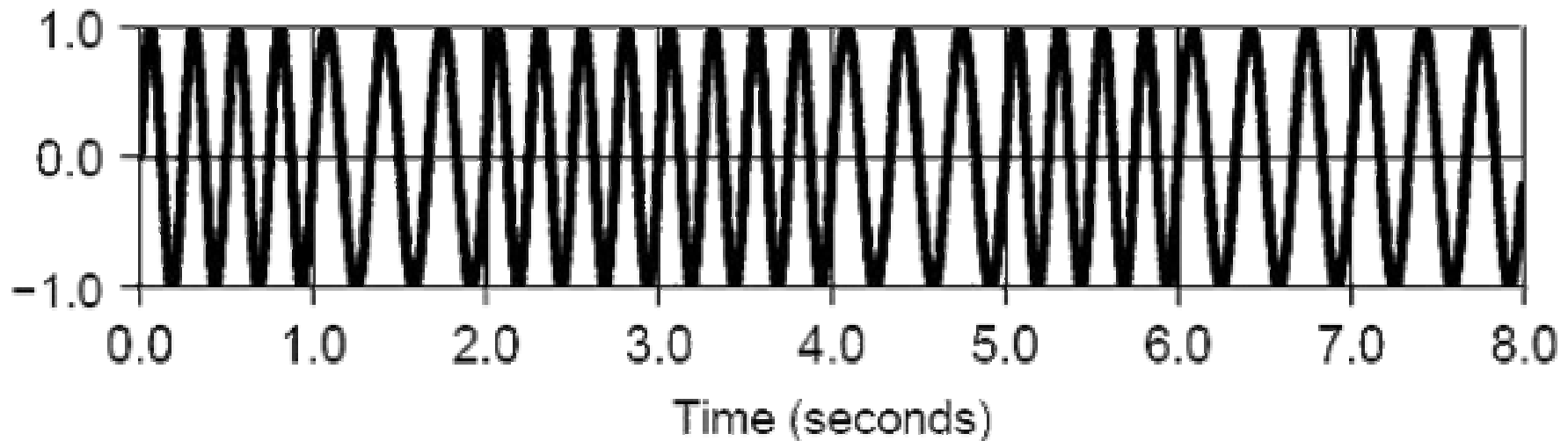


● ● ● | Frequency Modulation

- Frequency Shift Keying (FSK) - adalah skema di mana informasi digital dikirimkan melalui perubahan frekuensi diskret gelombang pembawa. FSK termudah adalah FSK biner (BFSK). BFSK harafiah berarti menggunakan sepasang frekuensi diskrit untuk mengirimkan biner (0s dan 1s).

Frequency modulation

Bit stream = 10110100, bit rate = 1 bps, a = 1, f0 = 3 Hz, f1 = 4 Hz

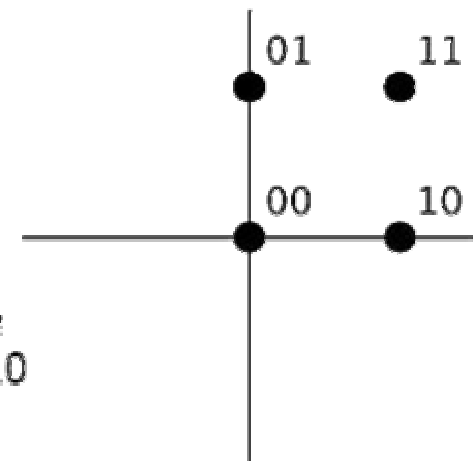
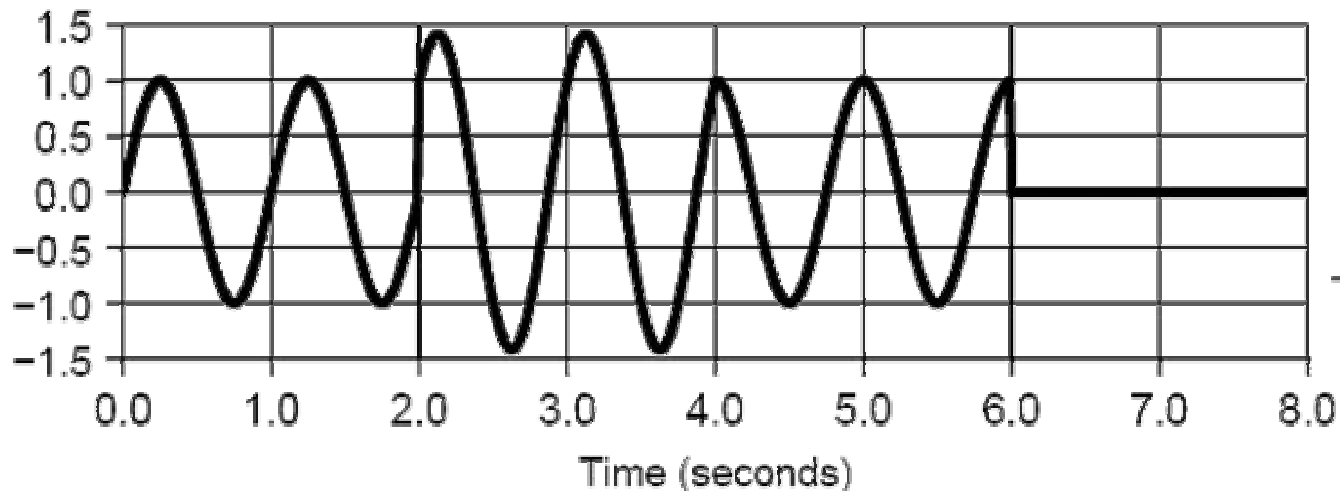


● ● ● | QAM Modulation

- QAM mengirimkan data dengan mengubah beberapa aspek dari sinyal pembawa dan menyesuaikan sinyal data digital.
- QAM menggunakan amplitudo dari dua gelombang dan akan mengalami perubahan atau modifikasi untuk mewakili sinyal data digital. Modulasi amplitudo dua signal pembawa akan di-ekuivalen dan dapat dilihat sebagai amplitudo modulasi dan fase modulasi pembawa tunggal.

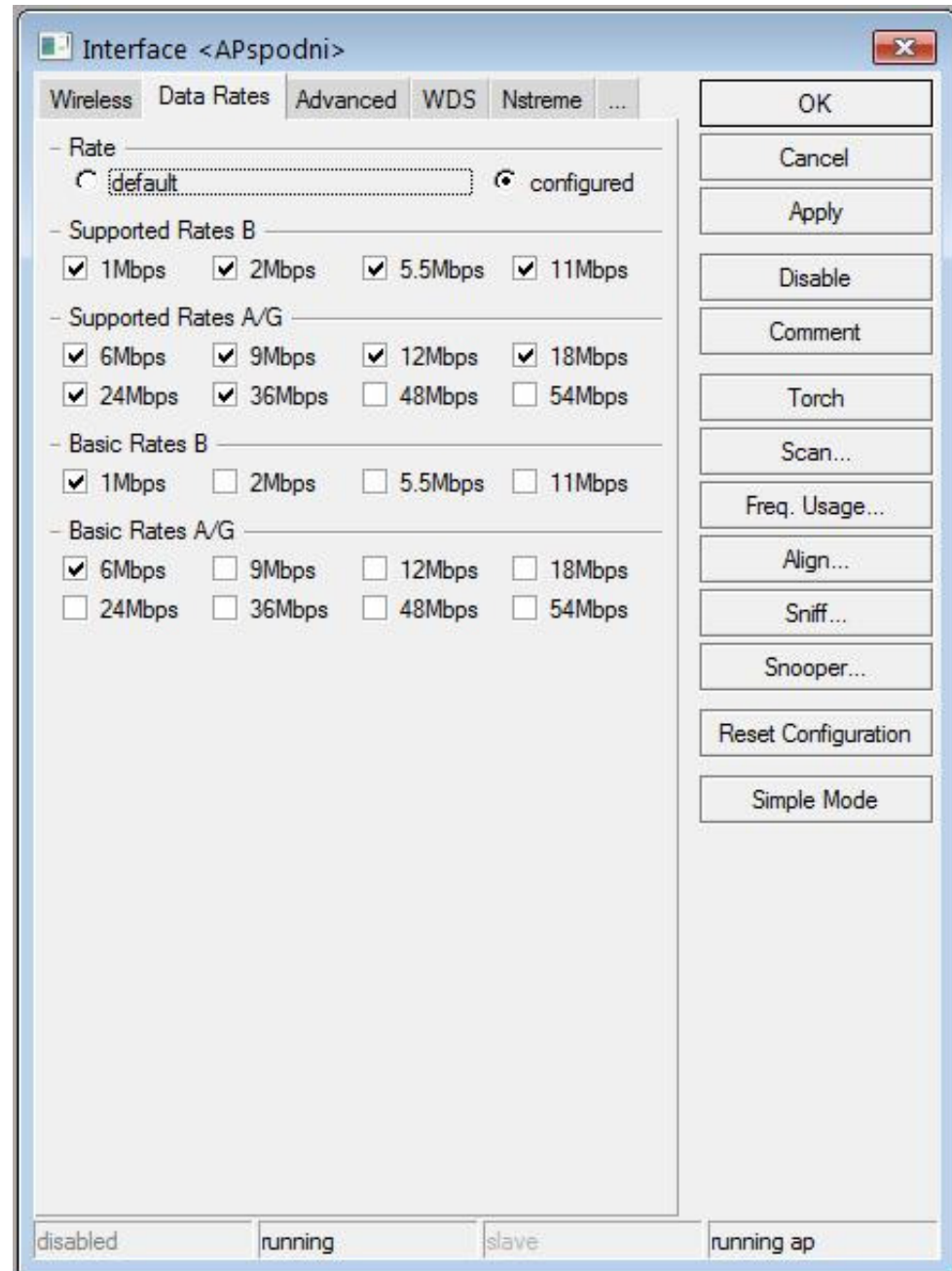
Quadrature amplitude modulation

Bit stream = 10110100, bit rate = 1 bps, symbol rate = 0.5 symbols per second, $a = 1$, $f = 1$ Hz





Data Rate



Data Rate

- Pada komunikasi Wireless Lan terdapat parameter “Data Rate” yang melambangkan kemampuan atau kapasitas transfer data dari komunikasi wireless tersebut.
- Setiap satuan Data Rate menggunakan modulasi wireles yang berbeda, yaitu menggunakan teknik modulasi yang sudah disebutkan sebelumnya.
- Semakin besar Data Rate maka semakin kompleks modulasi yang digunakan.
 - **802.11b** → 1, 2, 5.5, 11 Mbps
 - **802.11a/g** → 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
 - **802.11n** → Up to 100 ~ 200 Mbps



Data Rate - DSSS,DPSK

16-QAM 54, 48, 36, 24 Mb/s

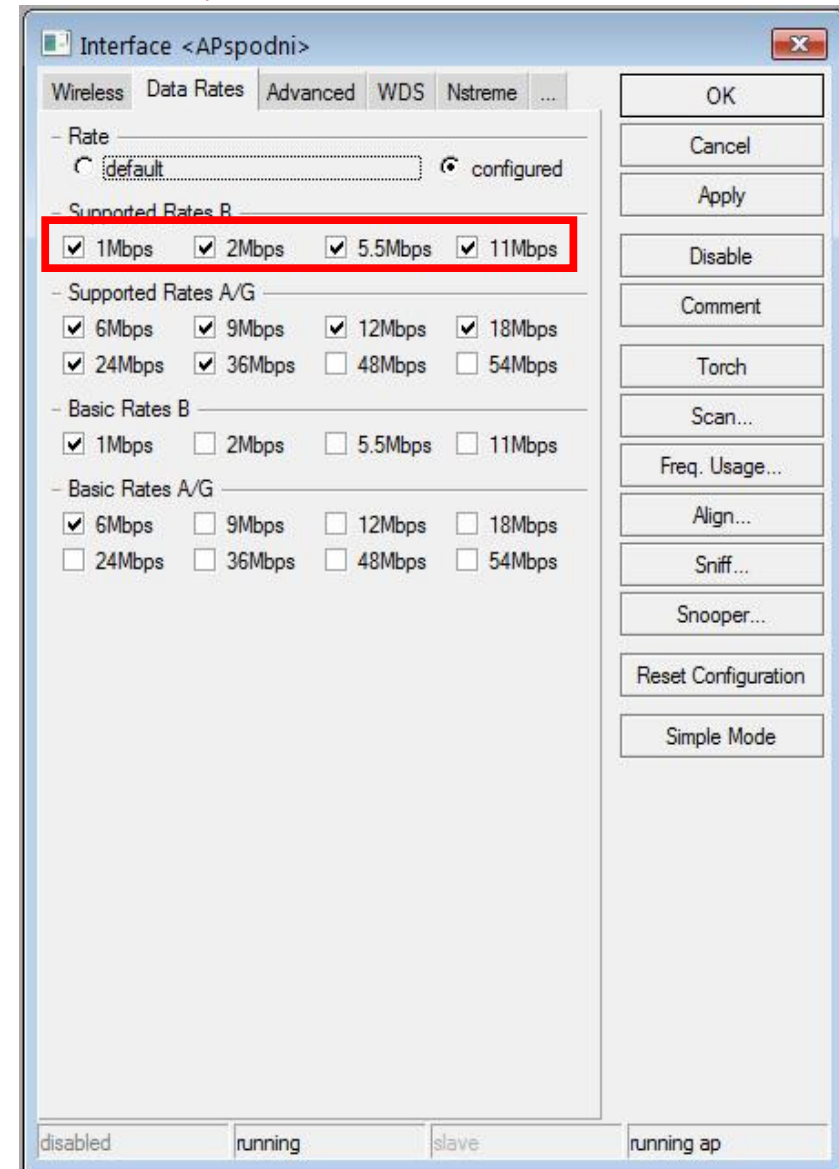
QPSK 18, 12 Mb/s

BPSK 9, 6 Mb/s

DSSS 11, 5.5, 2, 1 Mb/s

Data Rate untuk standard wireless 802.11b masih menggunakan modulasi standard DSSS,DPSK (Digital PSK).

Bandwith maksimal yang bisa didapatkan adalah 11Mbps





Data Rate - BPSK

16-QAM 54, 48, 36, 24 Mb/s

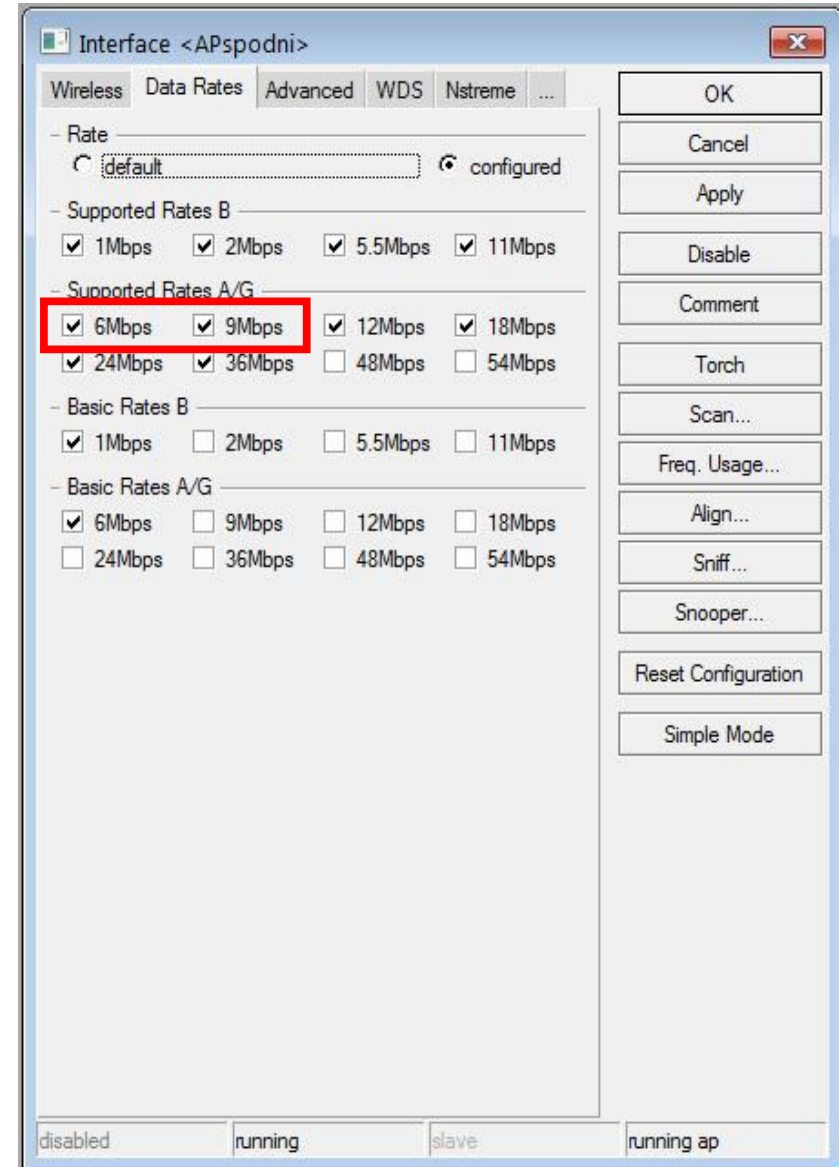
QPSK 18, 12 Mb/s

BPSK 9, 6 Mb/s

DSSS 11, 5.5, 2, 1 Mb/s

Data Rate untuk standard wireless 802.11a/g menggunakan gabungan modulasi yang berbeda.

Untuk data rate 6 dan 9 Mbps menggunakan modulasi BPSK.





Data Rate - QPSK

16-QAM 54, 48, 36, 24 Mb/s

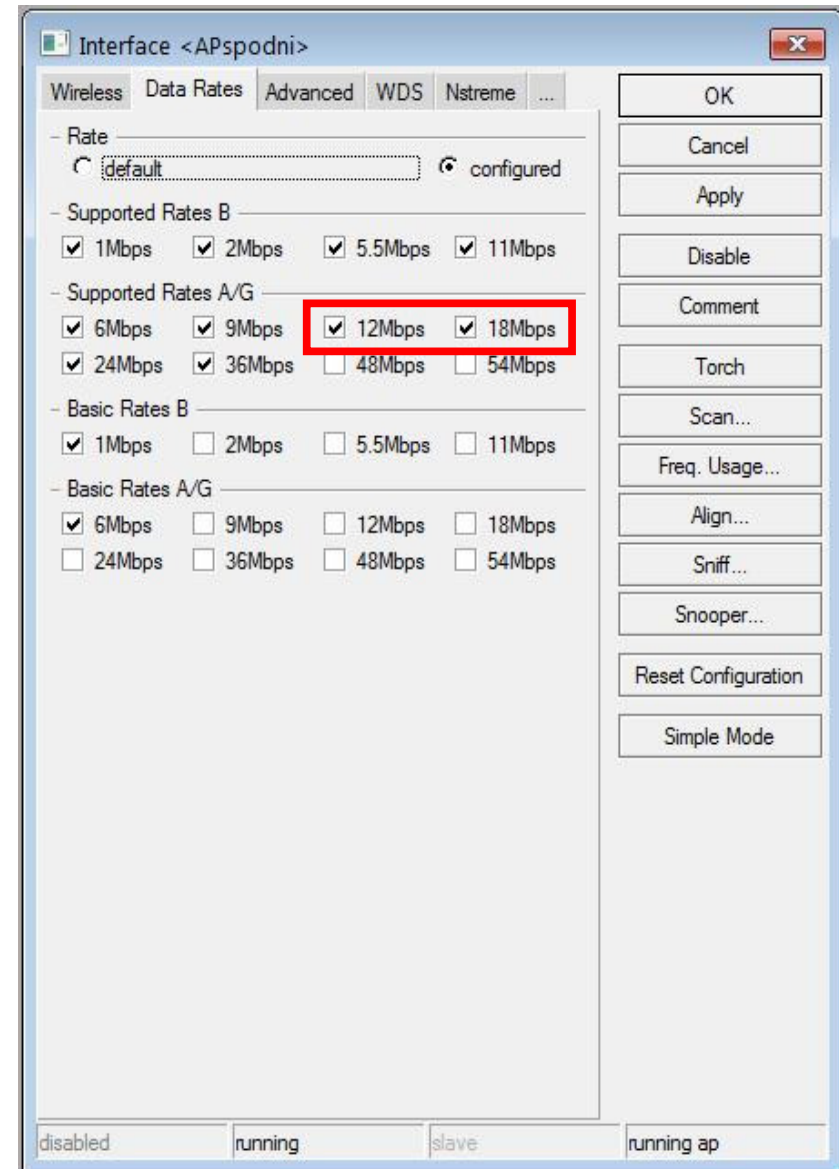
QPSK 18, 12 Mb/s

BPSK 9, 6 Mb/s

DSSS 11, 5.5, 2, 1 Mb/s

Data Rate untuk standard wireless 802.11a/g menggunakan gabungan modulasi yang berbeda.

Untuk data rate 12 dan 18 Mbps menggunakan modulasi QPSK.



Data Rate - QAM

16-QAM 54, 48, 36, 24 Mb/s

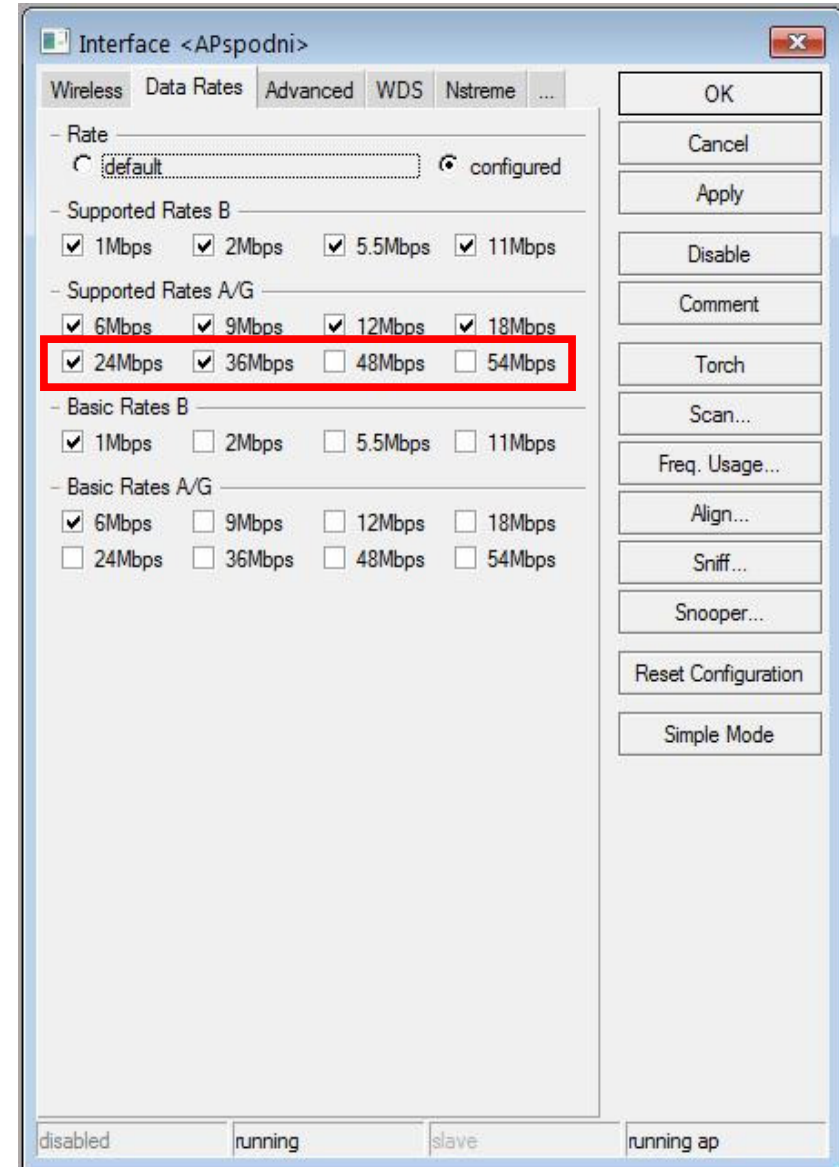
QPSK 18, 12 Mb/s

BPSK 9, 6 Mb/s

DSSS 11, 5.5, 2, 1 Mb/s

Data Rate untuk standard wireless 802.11a/g menggunakan gabungan modulasi yang berbeda.

Untuk data rate 24 hingga 54 Mbps menggunakan modulasi QAM.



Data Rate Wireless N

Dengan menggunakan modulasi **64QAM (64 Bit QAM)** Wireless N bisa digunakan untuk mendapatkan transfer rate hingga 300Mbps teoritical atau 200Mbps real troughput.

MCS Index	Spatial Streams	Modulation Type	Coding Rate	Data Rate Mb/s			
				20 MHz channel		40 MHz channel	
				800ns GI	400ns GI	800ns GI	400ns GI
0	1	BPSK	1/2	6.50	7.20	13.50	15.00
1	1	QPSK	1/2	13.00	14.40	27.00	30.00
2	1	QPSK	3/4	19.50	21.70	40.50	45.00
3	1	16-QAM	1/2	26.00	28.90	54.00	60.00
4	1	16-QAM	3/4	39.00	43.30	81.00	90.00
5	1	64-QAM	2/3	52.00	57.80	108.00	120.00
6	1	64-QAM	3/4	58.50	65.00	121.50	135.00
7	1	64-QAM	5/6	65.00	72.20	135.00	150.00
8	2	BPSK	1/2	13.00	14.40	27.00	30.00
9	2	QPSK	1/2	26.00	28.90	54.00	60.00
10	2	QPSK	3/4	39.00	43.30	81.00	90.00
11	2	16-QAM	1/2	52.00	57.80	108.00	120.00
12	2	16-QAM	3/4	78.00	86.70	162.00	180.00
13	2	64-QAM	2/3	104.00	115.60	216.00	240.00
14	2	64-QAM	3/4	117.00	130.00	243.00	270.00
15	2	64-QAM	5/6	130.00	144.40	270.00	300.00
...	3	...	...	...	...	...	...
23	3	64-QAM	5/6	195.00	216.60	405.00	450.00
...	4	...	...	...	...	...	...
31	4	64-QAM	5/6	260.00	288.90	540.00	600.00



Wireless Performance

- Performance dari wireless link sangat bergantung dari kualitas signal yang didapatkan dari link wireless tersebut. Banyak sekali faktor yang mempengaruhi :
 - Interferensi
 - Freznel Zone
 - Visual LOS
 - dll
- Parameter Data rate pada Wireless Lan tidak melambangkan secara harafiah dan pasti seberapa besar troughput dari wireless link tersebut. Karena data rate akan berubah secara dinamis sesuai dengan kondisi signal dan situasi di sekitar perangkat.
- Lebih mudahnya Data Rate adalah kemampuan maksimal troughput untuk komunikasi data half-duplex atau komunikasi satu arah. Untuk komunikasi dua arah atau Full-Duplex biasanya adalah setengah dari Data Rate (simetric Full Duplex).



802.11a/g - 20Mhz

The screenshot displays two windows from Mikrotik WinBox. The 'Bandwidth Test' window shows a test to 1.1.1.2 using UDP with 1500 byte packets. The 'Interface <wlan1>' window shows configuration for Mode: ap bridge, Band: 5GHz, Frequency: 5805 MHz, and SSID: tester. A statistics window for 'AP Client <00:0C:42:61:22:DF>' shows a Tx/Rx Rate of 54Mbps/54Mbps and other performance metrics.

Bandwidth Test Configuration:

- Test To: 1.1.1.2
- Protocol: udp tcp
- Local UDP Tx Size: 1500
- Remote UDP Tx Size: 1500

Interface <wlan1> Configuration:

- Mode: ap bridge
- Band: 5GHz
- Frequency: 5805 MHz
- SSID: tester

Performance Summary:

- Tx/Rx 10s Average: 19.5 Mbps/20.6 Mbps
- Tx/Rx Average: 18.7 Mbps/18.4 Mbps
- Current Tx: 19.9 Mbps
- Current Rx: 20.3 Mbps

AP Client <00:0C:42:61:22:DF> Statistics:

- Tx/Rx Rate: 54Mbps/54Mbps
- Tx/Rx Packets: 201 027/183 041
- Tx/Rx Bytes: 289.9 MiB/263.9 MiB
- Tx/Rx Frames: 200 796/182 824
- Tx/Rx Frame Bytes: 289.9 MiB/263.6 MiB
- Tx/Rx Hw Frames: [Empty]
- Tx/Rx Hw. Frame Bytes: [Empty]
- Tx/Rx Packed Frames: [Empty]
- Tx/Rx Packed Bytes: [Empty]

● ● ● | 802.11a/g - 20Mhz

- Performance maksimal dari wireless standard **802.11a/b/g** yang menggunakan lebar kanal 20Mhz :
 - 20 ~ 50 Mbps
- Menggunakan modulasi :
 - 802.11b : DSSS-DPSK
 - 5.5Mbps Half Duplex dan 11Mbps Full Duplex
 - 802.11a/g : BPSK, QPSK dan 16QAM
 - 20Mbps Half Duplex dan 40Mbps Full Duplex
- Disupport oleh sebagian besar wireless card.

802.11n – 20 Mhz Single Chain

The screenshot displays two windows from the Mikrotik WinBox interface. The 'Bandwidth Test' window on the left shows test parameters: Test To: 1.1.1.2, Protocol: udp, Local UDP Tx Size: 1500, Remote UDP Tx Size: 1500, Direction: both, TCP Connection Count: 20, Local Tx Speed: [empty] bps, Remote Tx Speed: [empty] bps, User: admin, Password: [empty]. It also shows results: Tx/Rx 10s Average: 25.3 Mbps/25.7 Mbps, Tx/Rx Average: 40.8 Mbps/41.3 Mbps, and a bar chart with Tx at 25.4 Mbps and Rx at 25.7 Mbps. The 'Interface <wlan1>' window on the right shows configuration for the HT tab: HT Tx Chains: 0 (chain0) [checked], 1 (chain1) [unchecked]; HT Rx Chains: 0 (chain0) [checked], 1 (chain1) [unchecked]; HT AMSDU Limit: 8192; HT AMSDU Threshold: 8192; HT Guard Interval: any; HT Extension Channel: disabled. A pop-up window for 'AP Client <00:0C:42:61:22:DF>' is open, showing the 'Statistics' tab with: Tx/Rx Rate: 65.0Mbps-HT/65.0Mbps-HT; Tx/Rx Packets: 201 722/204 437; Tx/Rx Bytes: 290.9 MiB/294.9 MiB; Tx/Rx Frames: 201 534/204 249; Tx/Rx Frame Bytes: 290.9 MiB/294.6 MiB.



802.11n – 20 Mhz Single Chain

- Performance maksimal dari wireless standard **802.11n Single Chain** yang menggunakan lebar kanal 20Mhz :
 - 25 ~ 50 Mbps Half Duplex
- Menggunakan modulasi :
 - 802.11n 20Mhz Single Chain : BPSK, QPSK
 - 25Mbps Full Duplex dan 50Mbps Half Duplex
- Disupport hanya pada card berstandar 802.11N.
- Lebih stabil dibandingkan dengan standar 802.11a/g

802.11n – 40 Mhz Single Chain

The screenshot displays two windows from the Mikrotik WinBox interface. The 'Bandwidth Test' window on the left shows test parameters: Test To: 1.1.1.2, Protocol: udp, Local UDP Tx Size: 1500, Remote UDP Tx Size: 1500, Direction: both, TCP Connection Count: 20, Local Tx Speed: [empty] bps, Remote Tx Speed: [empty] bps, User: admin, Password: [empty], Tx/Rx 10s Average: 52.6 Mbps/53.1 Mbps, and Tx/Rx Average: 40.6 Mbps/41.1 Mbps. A bar chart at the bottom shows Tx at 53.1 Mbps and Rx at [empty]. The 'Interface <wlan1>' window on the right shows configuration for the HT tab: HT Tx Chains: 0 (chain0) [checked] and 1 (chain1) [unchecked]; HT Rx Chains: 0 (chain0) [checked] and 1 (chain1) [unchecked]; HT AMSDU Limit: 8192; HT AMSDU Threshold: 8192; HT Guard Interval: any; and HT Extension Channel: below control. Below these windows, a blue bar identifies the AP Client as <00:0C:42:61:22:DF>. The 'Statistics' tab is active, showing Tx/Rx Rate: 135.0Mbps-HT/135.0Mbps-HT, Tx/Rx Packets: 401 497/404 926, Tx/Rx Bytes: 579.4 MiB/584.3 MiB, Tx/Rx Frames: 401 294/404 724, and Tx/Rx Frame Bytes: 579.4 MiB/584.0 MiB.



802.11n – 40 Mhz Single Chain

- Performance maksimal dari wireless standard **802.11n Single Chain** yang menggunakan lebar kanal **40Mhz** :
 - 50 ~ 100 Mbps
- Menggunakan modulasi :
 - 802.11n 40Mhz Single Chain : 16QAM
 - 50Mbps Full Duplex dan 100Mbps Half Duplex
- Disupport hanya pada card berstandard 802.11N.

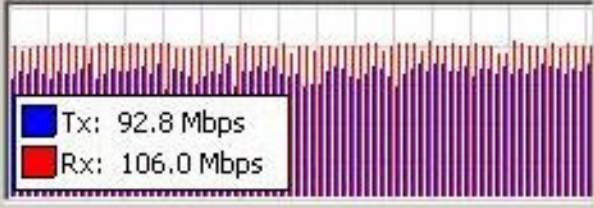
802.11n – 40 Mhz Dual Chain

Bandwidth Test Interface <wlan1>

Test To: 1.1.1.2
Protocol: udp tcp
Local UDP Tx Size: 1500
Remote UDP Tx Size: 1500
Direction: both

TCP Connection Count: 20
Local Tx Speed: bps
Remote Tx Speed: bps
User: admin
Password:

Tx/Rx 10s Average: 89.5 Mbps/106.4 M...
Tx/Rx Average: 71.2 Mbps/83.6 Mbps



Wireless HT HT MCS WDS Nstreme Status ...

HT Tx Chains: 0 (chain0) 1 (chain1)
HT Rx Chains: 0 (chain0) 1 (chain1)

HT AMSDU Limit: 8192
HT AMSDU Threshold: 8192
HT Guard Interval: any
HT Extension Channel: below control

AP Client <00:0C:42:61:22:DF>

General 802.1x Signal Nstreme NV2 Statistics

Tx/Rx Rate: 270.0Mbps-HT/270.0Mbps-HT
Tx/Rx Packets: 851 744/1 009 440
Tx/Rx Bytes: 1229.5 MiB/1457.1 MiB
Tx/Rx Frames: 851 529/1 009 192
Tx/Rx Frame Bytes: 1229.5 MiB/1456.7 MiB



802.11n – 40 Mhz Dual Chain

- Performance maksimal dari wireless standard **802.11n Dual Chain** yang menggunakan lebar kanal **40Mhz** :
 - 100 ~ 200 Mbps
- Menggunakan modulasi :
 - 802.11n : 64QAM
 - 200Mbps Half Duplex dan 100Mbps Full Duplex

● ● ● | SNR – Signal to Noise Ratio

- Sebuah wireless link yang menggunakan frekuensi tertentu akan menerima apa pun yang ditransmisikan, ditambah lagi kebisingan (gangguan) di sekitar perangkat.
- Jika kekuatan transmisi secara signifikan lebih kuat dari kebisingan, maka perangkat dapat efektif mengabaikan kebisingan.
- Jika sinyal yang diterima sebanding dengan kebisingan lingkungan sekitar, maka perangkat wireless tidak akan mampu membedakan sinyal dari perangkat lawan dengan kebisingan. Hal ini akan menyebabkan komunikasi wireless dan Data tidak berjalan dengan baik.
- SNR adalah rasio perbandingan antara signal yang diterima dengan gangguan sekitar.

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} \right) = P_{\text{signal,dB}} - P_{\text{noise,dB}}$$

SNR - Test

- Serangkaian tes dilakukan untuk menentukan dampak dari nilai SNR pada performance wireless dan juga berpengaruh pada kestabilan link terhadap beban link.
 - **> 40dB SNR** = Excellent signal (5 bars), Cepat terkoneksi, throughput maksimal dan stabil.
 - **25dB to 40dB SNR** = Very good signal (3 - 4 bars), Terkoneksi baik, throughput maksimal.
 - **15dB to 25dB SNR** = Low signal (2 bars), Terkoneksi baik, throughput tidak maksimal.
 - **10dB - 15dB SNR** = very low signal (1 bar), koneksi tidak terlalu stabil, throughput rendah.
 - **5dB to 10dB SNR** = no signal, koneksi sangat tidak stabil, throughput sangat rendah.

SNR - Test

AP Client <00:0C:42:61:22:B2>

802.1x Signal Nstreme NV2 Statistics ...

Last Activity: 0.080 s

Signal Strength: -65 dBm

Tx Signal Strength:

Signal To Noise: 35 dB

Tx/Rx CCQ: 67 %

P Throughput: 17546 kbps

- Signal Strengths

Rate	Strength
1Mbps	-65
5.5M...	-82
11Mbps	-82
12Mbps	-83
18Mbps	-82
24Mbps	-68
36Mbps	-66
48Mbps	-65
54Mbps	-64

AP Client <00:19:7E:3B:E4:13>

General 802.1x Signal Nstreme Statistics

Last Activity: 0.010 s

Signal Strength: -57 dBm

Tx Signal Strength:

Signal To Noise: 40 dB

Tx/Rx CCQ: 89 %

P Throughput: 28498 kbps

- Signal Strengths

Rate	Strength
1Mbps	-53
11Mbps	-58
18Mbps	-56
24Mbps	-56
36Mbps	-56
48Mbps	-53
54Mbps	-57

SNR - Test Results

- Berdasarkan pengujian ini disarankan menggunakan sekitar 20dB sebagai SNR minimum untuk link wireless yang stabil. Dengan **20dB SNR** menjamin hubungan konstan dengan kinerja yang cukup baik dan sudah bisa menggunakan **QAM modulation**.
- Pastikan untuk menggunakan Wireless Card dan antenna yang sama di kedua sisi jika memungkinkan.
- Perubahan yang terjadi di kondisi sekitar, seperti penambahan gangguan seperti dinding dan gerakan benda besar, akan mempengaruhi SNR juga.
- Merupakan ide yang baik dan tepat untuk memeriksa kembali SNR dari waktu ke waktu, bahkan setelah jaringan sudah beroperasi.



CCQ – Client Connection Quality

- **Client Connection Quality (CCQ)** adalah nilai dalam persen yang menunjukkan efektifitas bandwidth yang digunakan terhadap bandwidth maksimum yang tersedia secara teoritis.
- CCQ adalah nilai rata-rata perbandingan **Tmin** / **Treal**, yang bisa dihitung untuk setiap frame data yang dikirimkan, dimana **Tmin** adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengirim frame yang diberikan pada tingkat tertinggi tanpa pengiriman ulang
- Sedangkan **Treal** adalah waktu yang diperlukan untuk mentransmisikan frame di kondisi nyata.

CCQ - Test

AP Client <00:0C:42:61:22:B2>

802.1x | Signal | Nstreme | NV2 | Statistics | ...

Last Activity: 0.080 s

Signal Strength: -65 dBm

Tx Signal Strength:

Signal To Noise: 35 dB

Tx/Rx CCQ: 67 %

P Throughput: 17546 kbps

- Signal Strengths

Rate	Strength
1Mbps	-65
5.5M...	-82
11Mbps	-82
12Mbps	-83
18Mbps	-82
24Mbps	-68
36Mbps	-66
48Mbps	-65
54Mbps	-64

AP Client <00:19:7E:3B:E4:13>

General | 802.1x | Signal | Nstreme | Statistics

Last Activity: 0.010 s

Signal Strength: -57 dBm

Tx Signal Strength:

Signal To Noise: 40 dB

Tx/Rx CCQ: 89 %

P Throughput: 28498 kbps

- Signal Strengths

Rate	Strength
1Mbps	-53
11Mbps	-58
18Mbps	-56
24Mbps	-56
36Mbps	-56
48Mbps	-53
54Mbps	-57

● ● ● | CCQ Performance

- **CCQ** berbanding lurus dengan real throughput yang bisa didapatkan pada sebuah link wireless. Semakin bagus CCQ maka semakin tinggi throughput yang didapatkan.
- Tetapi Signal strength yang bagus tidak menjamin mendapatkan throughput yang tinggi. Hal ini disebabkan di wireless memiliki 2 type signal strength yaitu :
 - **TX Signal Strength** – signal dari perangkat yang diterima di perangkat lawan.
 - **RX Signal Strength** – signal perangkat lawan yang diterima di perangkat tersebut.
- Jika kedua type signal strength tidak sama (rata-rata seimbang) maka komunikasi wireless tidak akan berjalan dengan baik.

CCQ – Registration Table

AP Client <00:0C:42:61:22:DF>

802.1x Signal Nstreme NV2 Statistics ...

Last Activity: 0.650 s

Signal Strength: -27 dBm

Tx Signal Strength: -24 dBm

Signal To Noise: 70 dB

Tx/Rx CCQ: 89/86 %

P Throughput: 30502 kbps

- Signal Strengths

Rate	Strength	
1Mbps	-27	
54Mbps	-24	

CCQ yang tinggi akan Mendapatkan Throughput Yang maksimal.

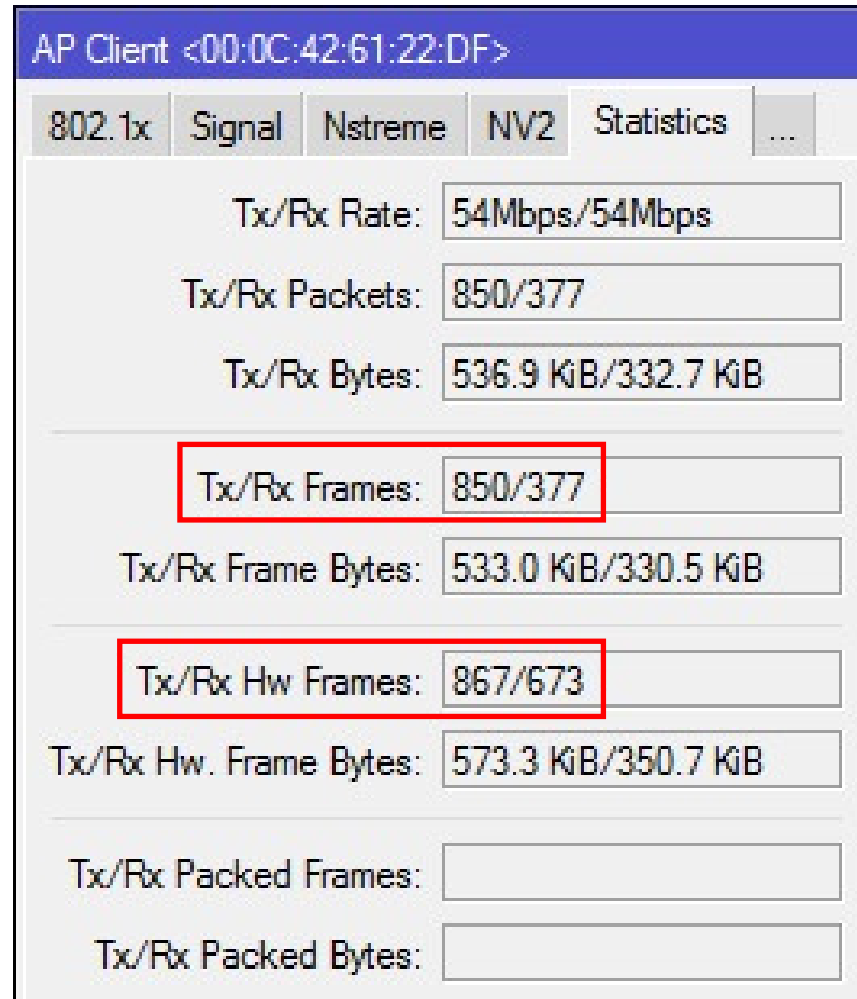
● ● ● | CCQ Performance

- Untuk mendapatkan **CCQ** yang bagus ada beberapa kondisi yang harus dipenuhi.
 - **Signal Strength** yang bagus.
 - **SNR** yang besar.
 - **Freznel Zone** terpenuhi secara ideal.
 - Bebas **Interferensi**.
- Ada beberapa metode dan fungsi di mikrotik yang bisa digunakan untuk memperbaiki CCQ :
 - Menggunakan protocol **Nstreme** dan **Nstreme2** (RouterOS versi 5).
 - Mengoptimalkan penggunaan parameter **ACK-Timeout** untuk link jarak jauh.

Frames vs HW-Frames

- **Wireless Retransmission** adalah kondisi dimana wireless card mengirimkan frame data tetapi tidak menerima acknowledgment (ACK) frame balasan, Card akan mengirimkan ulang sampai mendapatkan balasan.
- Jika nilai parameter HW-Frames lebih besar dibandingkan dengan nilai Frames berarti wireless card melakukan banyak pengiriman ulang.
- Tidak berlaku jika protocol nstreme diaktifkan.

Frames vs HW-Frames



AP Client <00:0C:42:61:22:DF>

802.1x	Signal	Nstreme	NV2	Statistics	...
Tx/Rx Rate: 54Mbps/54Mbps					
Tx/Rx Packets: 850/377					
Tx/Rx Bytes: 536.9 KiB/332.7 KiB					
Tx/Rx Frames: 850/377					
Tx/Rx Frame Bytes: 533.0 KiB/330.5 KiB					
Tx/Rx Hw Frames: 867/673					
Tx/Rx Hw. Frame Bytes: 573.3 KiB/350.7 KiB					
Tx/Rx Packed Frames:					
Tx/Rx Packed Bytes:					

Perbandingan nilai Frames dan HW-Frames secara tidak langsung menunjukkan performance dari link tersebut.