

# Designing WLAN based Metropolitan Area Network (MAN)

## ***Mengapa Disain MAN Menjadi Penting?***

Salah satu penyebab utama mengapa hancurnya jaringan Wireless LAN yang dikembangkan untuk WARNET di Jogjakarta & beberapa kota lainnya di Indonesia adalah karena tiban-tiban antar WARNET tanpa mempedulikan rekan WARNET yang lain yang juga menggunakan peralatan WLAN untuk akses ke Internet-nya.

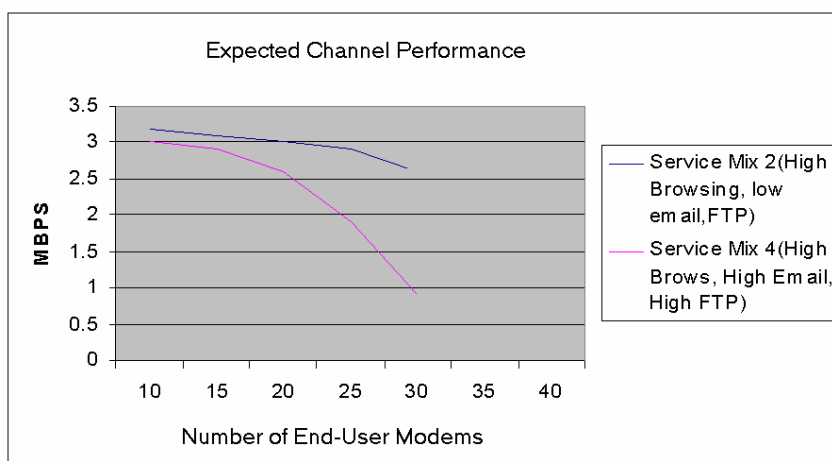
Rekan-rekan WARNET kebanyakan berfikir dengan menggunakan antenna parabola 24dBm, dengan power amplifier 1 Watt maka akan dijamin memperoleh akses yang baik untuk mencapai Intrenet berkecepatan tinggi 2-11Mbps, ternyata tidak semudah itu apalagi banyak rekan WARNET lainnya yang ternyata berfikiran yang sama – akhirnya semua WARNET tiban-tiban & jaringan menjadi hancur lebur, tidak ada yang menang dengan cara preman, tiban-tiban & menaikkan power untuk menguasai jaringan.

Filosofy dasar seorang operator radio, yang diturunkan secara turun temurun diantara para veteran di amatir radio adalah

“be liberal in receiving  
be conservative in transmitting”

yang kira-kira artinya, gunakan kekuatan pancar secukupnya untuk berhubungan. Usahakan semaksimal mungkin supaya kita bisa mendengar lawan bicara. Atau dalam bahasa politik (untuk anggota DPR / MPR), sedikit bicara lebih banyak mendengar.

## ***Kinerja Kanal Dengan Beban***



Untuk menggambarkan kondisi yang di jelaskan di atas secara lebih jelas ada baiknya kita lihat gambar / grafik kinerja kanal dengan beban node yang saya ambil dari manual WaveRider <http://www.waverider.com>.

Dengan semakin banyaknya pengguna jaringan, tentunya kinerja kanal wireless akan jatuh. Gambar di samping diperlihatkan kinerja kanal dengan beban 10-40 node & kejatuhan performance / kecepatan yang di rasakan oleh masing-masing user. Terlihat bahwa untuk aplikasi Web, kanal akan lebih cepat jatuh kinerjanya.

Dengan kondisi demikian sangat dibutuhkan rancangan Metropolitan Area Network (MAN) yang baik agar masing-masing Base Transceiver Station (BTS) hanya di bebani 20-35 node saja & masing-masing kanal BTS tidak saling mengganggu. Secara total maka frekuensi reuse menjadi maksimal di satu wilayah.

## **Maksimum Pengguna Aktif dalam sebuah Sel Infrastruktur Wireless**

IEEE 802.11b mempunyai bandwidth maksimum 11Mbps dalam sebuah kanal, jika di alokasikan bandwidth 240 kbps per pengguna maka sebuah sel dapat digunakan oleh 32 pengguna aktif secara bersamaan. Untuk kelas WARNET, bisa di hitung dari alokasi bandwidth per WARNET / pengguna-nya.

Kalau alokasi bandwidth tetap pakai 240 kbps, ya berarti cuma 32 pengguna aktif. Kalau alokasinya lebih rendah, misalnya  $\frac{1}{4}$ -nya atau 60 kbps tiap pengguna, maka sel tersebut dapat menampung  $4 \times 32 = 128$  pengguna aktif. Kalau dalam satu nano sel digunakan 3 kanal sekaligus, berarti akan dapat menampung 96 pengguna yang masing-masing mendapatkan bagian 240 kbps. Perlu di ingat bahwa konsep nano sel berasumsi kita menggunakan power yang kecil (sekitar 14dBm) dengan radius hanya 125 meter antar user-nya.

Nah untuk sebuah sel Wireless Infrastruktur untuk jaringan dalam kota dengan radius yang lebih besar (s/d radius 5-7 km), perhitungannya tidak berbeda jauh. Hanya saja biasanya untuk sebuah kanal 11Mbps biasanya kita tidak membebani sedemikian banyak pengguna, angka konservatif yang sering kita gunakan dalam sebuah kanal 11Mbps dalam jarak 5-7 km hanya sepuluh (10) WARNET saja.

WLAN Bandwidth

Channels

Propagation

Designing the MAN

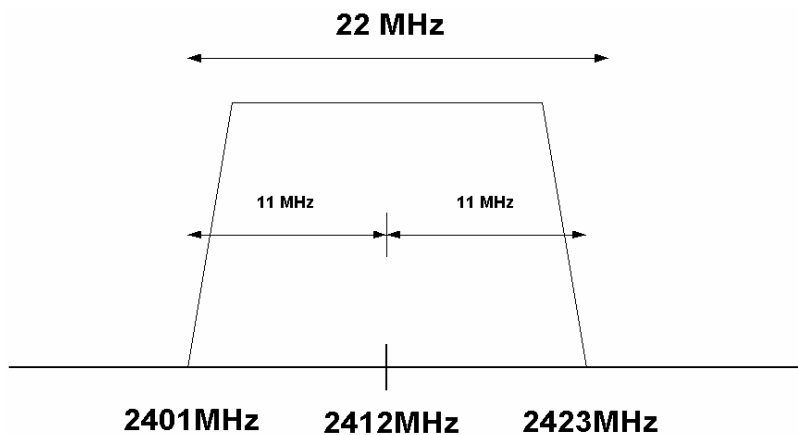
Inserting Point to Point (P2P) Links

Channel ID	FCC/IC Channel Frequencies (USA/ Canada)	MKK Channel Frequencies (Japan)	ETSI Channel Frequencies (Europe)	French Channel Frequencies	Spanish Channel Frequencies
1	2412 MHz	not available	2412 MHz	not available	not available
2	2417 MHz	not available	2417 MHz	not available	not available
3	2422 MHz	not available	2422 MHz	not available	not available
4	2427 MHz	not available	2427 MHz	not available	not available
5	2432 MHz	not available	2432 MHz	not available	not available
6	2437 MHz	not available	2437 MHz	not available	not available
7	2442 MHz	not available	2442 MHz	not available	not available
8	2447 MHz	not available	2447 MHz	not available	not available
9	2452 MHz	not available	2452 MHz	not available	not available
10	2457 MHz	not available	2457 MHz	2457 MHz	2457 MHz
11	2462 MHz	not available	2462 MHz	2462 MHz	2462 MHz

Additional Channels in Some non-US equipments

- 12 - 2467 MHz
- 13 - 2472 MHz

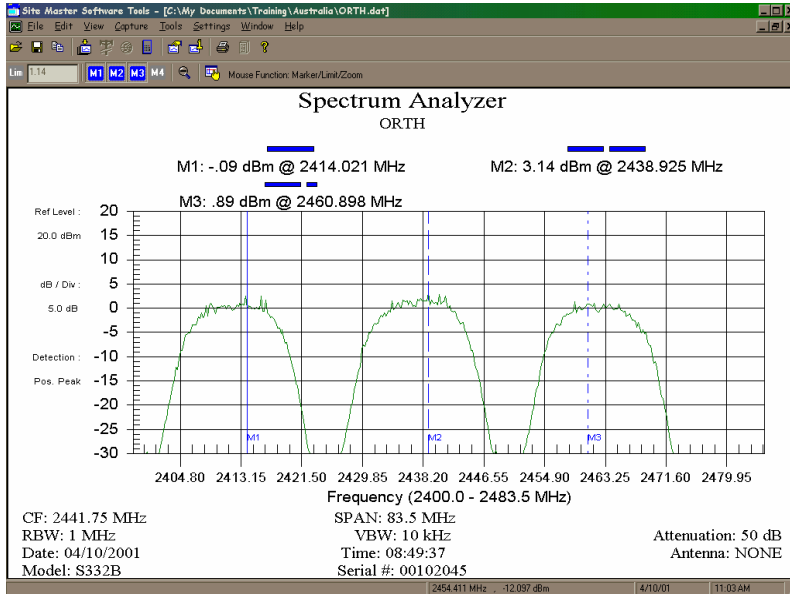
Single Channel Spectrum



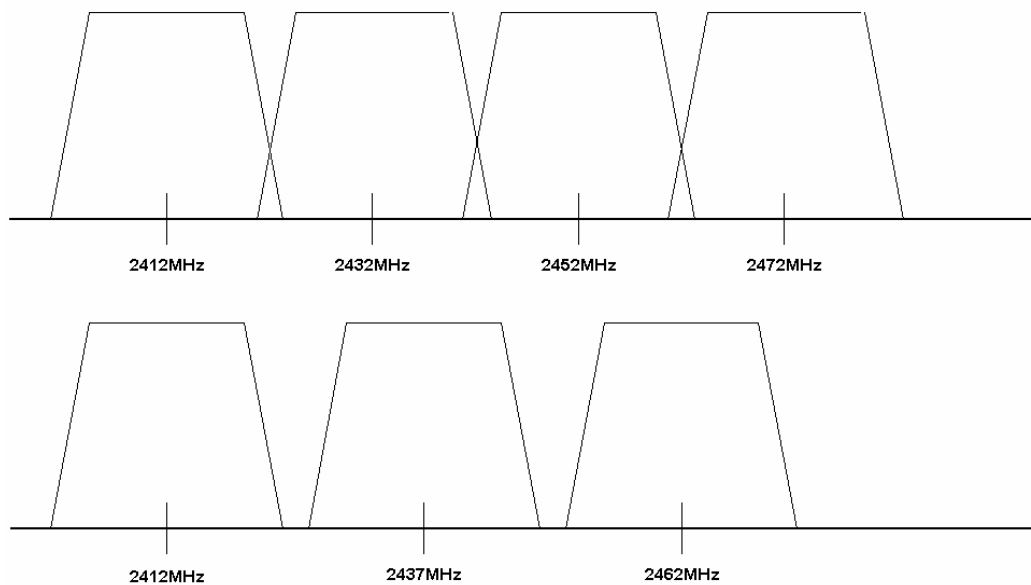
## Orthogonal Channel Set

Channels set that provide enough frequency separation to co-locate three RF links without interfering with each other.

## From Waverider Measurement



## Orthogonal Channel Allocation



3 Orthogonal Channel Sets  
 3 orthogonal channels  
 2.412 GHz ch. 1  
 2.437 GHz ch. 6  
 2.462 GHz ch. 11  
 Better separation

4 Orthogonal Channel Sets  
 4 orthogonal channels  
 2.412 GHz ch. 1  
 2.432 GHz ch. 5  
 2.452 GHz ch. 9  
 2.472 GHz ch. 13  
 Better for dense areas  
 Not enough separation  
 Using non-US equipments

### ***Alokasi Kanal WLAN dalam Wireless MAN***

Hal lain yang perlu diperhitungkan baik-baik juga adalah penggunaan frekuensi supaya tidak saling mengganggu satu dengan lainnya. Pada band 2.4 GHz yang dialokasikan untuk komunikasi data WLAN adalah antara 2.4-2.485 GHz. Band tersebut di bagi dalam sebelas (11) kanal seperti tampak pada tabel.

Kanal	frekuensi	kanal	Frekuensi
1	2.412 GHz	6	2.437 GHz
2	2.417 GHz	7	2.442 GHz
3	2.422 GHz	8	2.447 GHz
4	2.427 GHz	9	2.452 GHz
5	2.432 GHz	10	2.457 GHz
		11	2.462 GHz

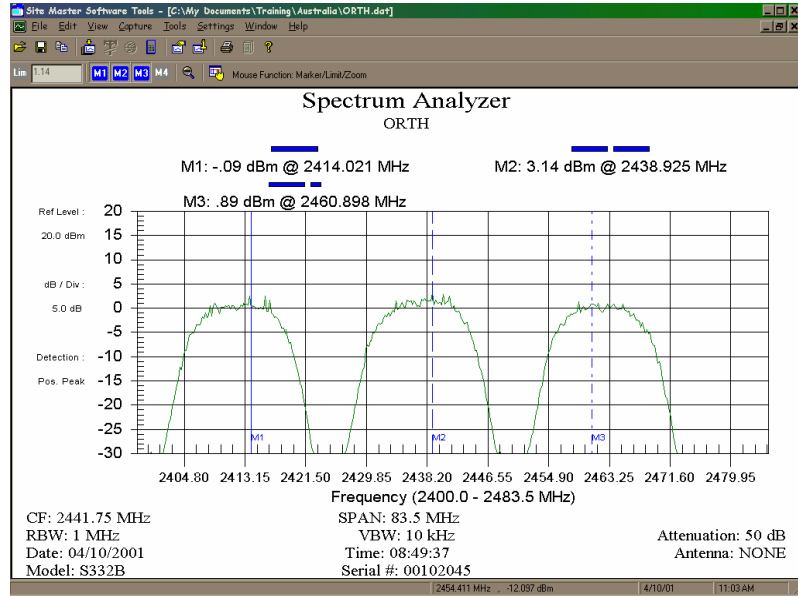
Jika kita perhatikan baik-baik maka terlihat bahwa jarak frekuensi tengah antar kanal hanyalah 5MHz, padahal lebar total bandwidth sebuah pemancar Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) yang digunakan dalam Wireless LAN adalah 22MHz, oleh karena itu pada kanal di atas sebetulnya sinyal yang dipancarkan antar kanal akan saling menginterferensi satu sama lain – atau istilah lebih halusanya sinyal antar kanal akan saling overlap.

Pada band 2.4GHz hanya ada maksimum tiga (3) kanal saja yang sinyal-nya tidak saling overlap yaitu:

Kanal 1        2.412 GHz  
 Kanal 6        2.437 GHz  
 Kanal 11       2.462 GHz

Tampak jelas pada gambar adalah spektrum pancaran sinyal DSSS pada kanal 1, 6 & 11 yang bekerja sekaligus dilihat pada spektrum analizer.

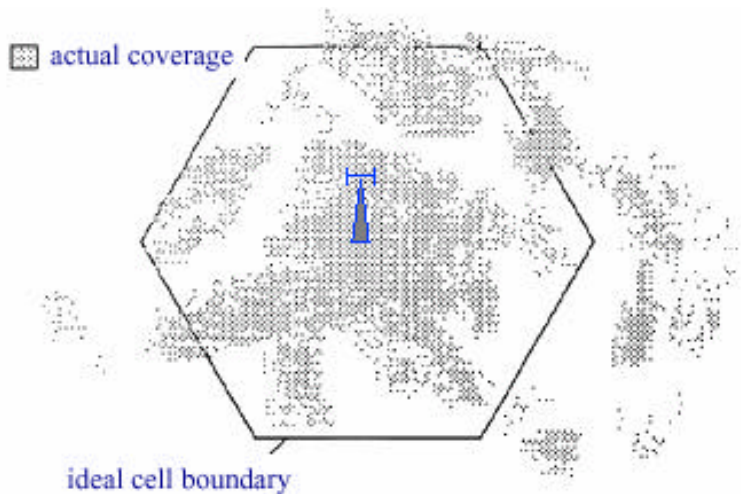
Berdasarkan fakta tersebut, maka jaringan Metropolitan Area Network (MAN) di rancang agar antar station tidak saling mengganggu & interferensi dalam jaringan dapat di minimalkan.

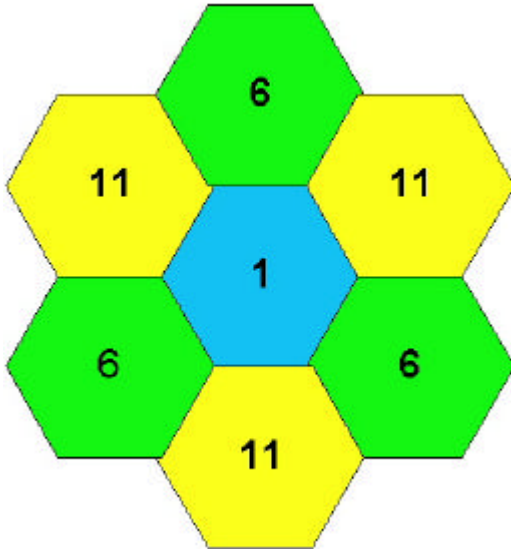


Sebetulnya kita bisa mengembangkan banyak sekali rancangan Metropolitan Area Network (MAN) berbekal keterbatasan peralatan yang ada. Dua (2) buah disain dasar dari MAN dari Wireless LAN yang mungkin digunakan dalam sebuah kota agar tidak saling mengganggu akan dicoba untuk diketengahkan.

MAN Design  
Based on 3 Orthogonal Channel Set  
Omni at BTS

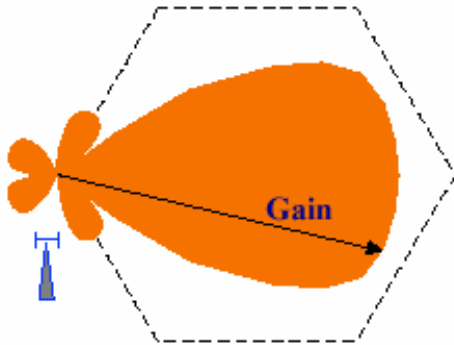
Radio Coverage



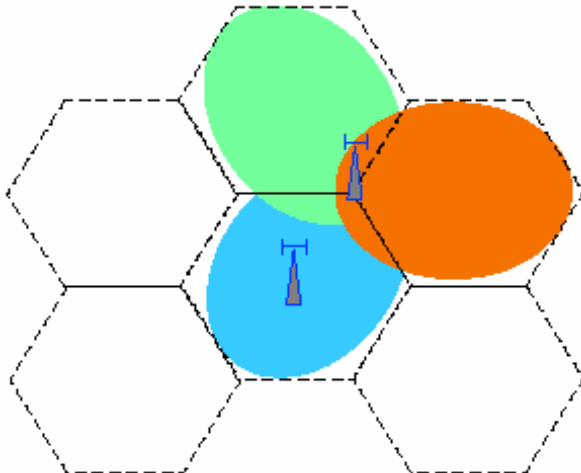


Using Sectoral Antenna  
Better Design & Density

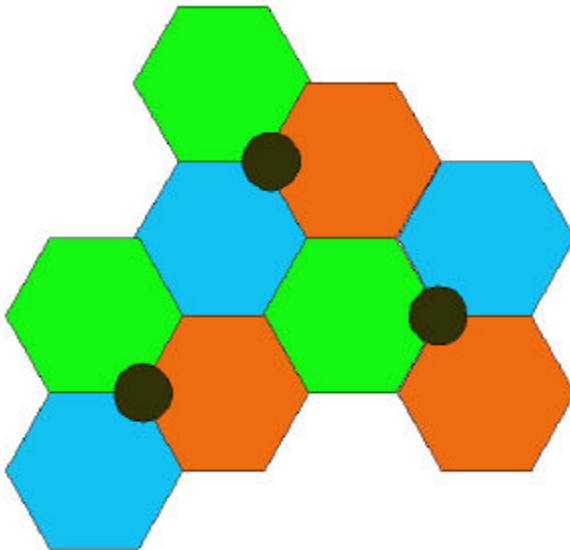
Sectoral Antenna



120 deg Sectoral Antenna



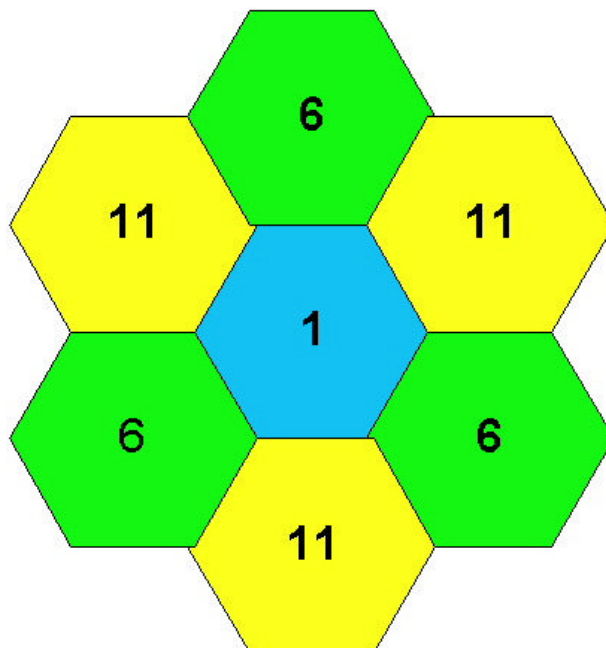
### 3 BTS MAN 120-deg Sectoral



### ***Disain Metropolitan Area Network (MAN) dengan Omnidirectional Antenna di Base Station (BTS)***

Pada rancangan ini digunakan pada MAN yang menggunakan BTS antenna omnidirectional. Bentuk pancaran antenna omni di idealkan dalam bentuk segi enam untuk memudahkan visualisasi rancangan. Tergantung pada daya pancar & antenna yang digunakan maka radius sebuah sel adalah sekitar 5-7 km.

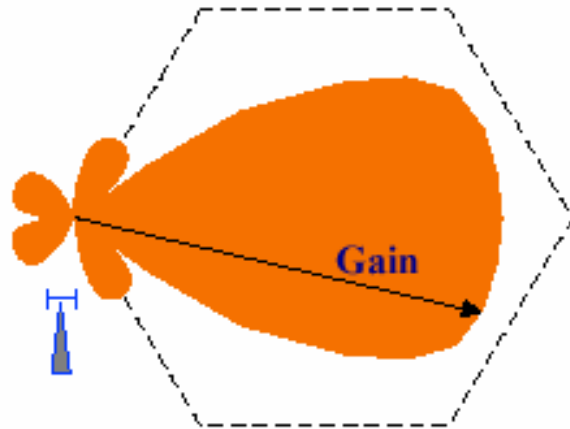
Karena kita hanya mempunyai kanal 1, 6 & 11 yang tidak saling overlap maka alokasi channel yang paling optimum agar tidak saling mengganggu adalah seperti tampak pada gambar. Kanal 1, 6 & 11 digambarkan dalam warna yang berbeda-beda dan tampak cukup jauh satu sama lain secara spatial (jarak) sehingga gangguan tidak terlalu jauh.



Disain sel pada gambar cukup untuk melingkupi sebuah wilayah / kota seluas 35 x 35 km persegi secara cukup baik. Dalam masing-masing sel, kita dapat menjalankan sekitar 3-10 WARNET tanpa gangguan dari sel lainnya. Sebaiknya WARNET yang bertetangga saling menghubungkan diri menggunakan kabel coax, jangan menggunakan peralatan WLAN lagi – karena akan menghancurkan performance jaringan secara keseluruhan. Jadi total kita dapat mengoperasikan 70-an WARNET dengan tujuh (7) buah BTS. Untuk densitas WARNET yang lebih besar lagi maka kita perlu mengubah disain sel menggunakan antenna sektoral bukan omnidirectional.

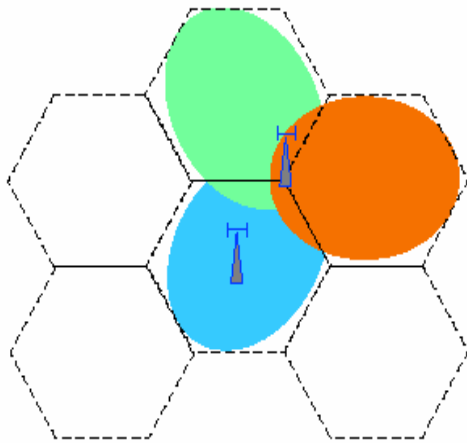
### **Disain Metropolitan Area Network (MAN) dengan 120 Derajat Sectoral Antenna di Base Station (BTS)**

Untuk kota yang memiliki kepadatan WARNET yang tinggi disain sel menggunakan antenna omni tidak lagi mencukupi kebutuhan. Orang biasanya menggunakan antenna sektoral yang mempunyai pola radiasi pancaran seperti ikan paus seperti tampak pada gambar.



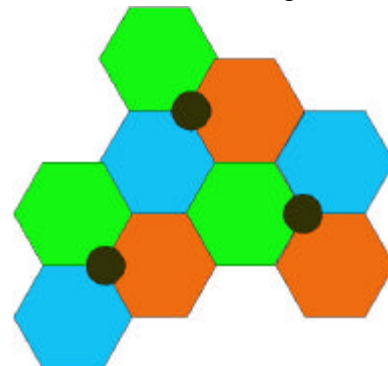
Dengan menggunakan antenna sektoral maka kita dapat membagi wilayah pancaran dari BTS menjadi beberapa sektor tergantung jenis antenna yang digunakan. Dalam contoh ini saya mencoba menggunakan antenna sektoral 120 derajat.

Oleh karena itu pada sebuah BTS dapat memberikan servis kepada tiga (3) wilayah servis menggunakan antenna sektoral 120 derajat dengan menggunakan tiga (3) kanal yang berbeda seperti tampak pada gambar. Jika masing-masing kanal mampu untuk di bebani 10-an WARNET maka dengan rancangan tersebut sebuah BTS dapat dibebani sekitar 30-an WARNET oleh sebuah BTS dalam radius 5-7 km dari BTS tersebut. Dengan banyaknya WARNET tersebut maka ongkos sewa frekuensi juga menjadi lebih murah karena dibebankan ke 30



WARNET © ...

Pada gambar selanjutnya adalah disain sebuah Metropolitan Area Network (MAN) menggunakan BTS antenna sektoral 120 derajat. Dengan hanya menggunakan tiga (3) buah BTS yang bekerja pada tiga

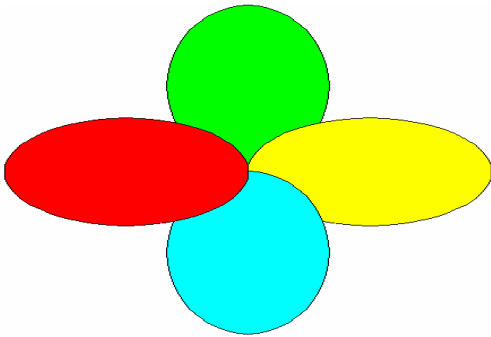


(3) kanal frekuensi yang berbeda maka sebuah wilayah seluas 28 x 21 km persegi akan bisa di layani untuk 90-an WARET didalamnya tanpa saling mengganggu karena disain jaringannya yang baik.

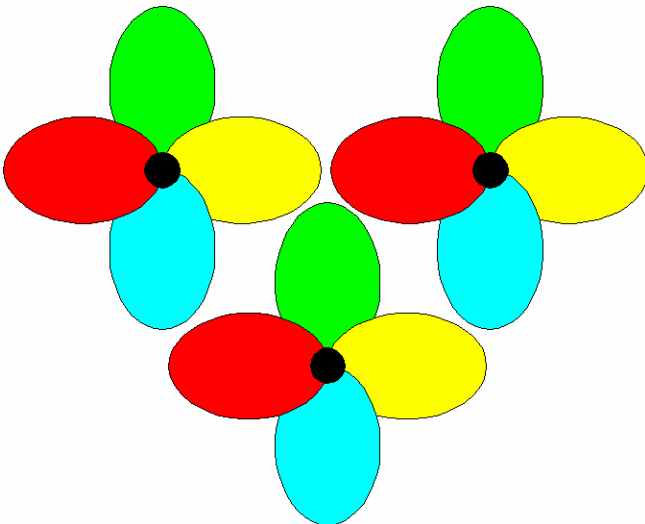
MAN Design

Based on 4 Orthogonal Channel

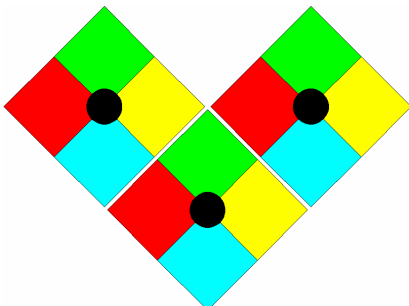
90 deg Sectoral Antenna



4 Channel MAN Design



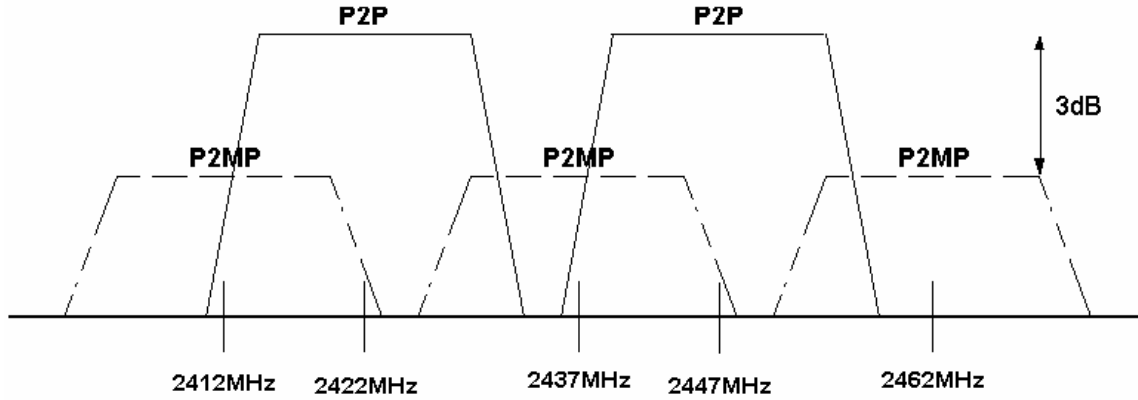
4 Channel MAN Design



### Insertion P2P Links

Base Transmitter Stations use Omni or Sectoral antenna. It is vertical polarization. Use Horizontal Polarization for P2P link for adding 3dB separation.

### Bandwidth Allocation



### P2P Channels

2.422 GHz - ch. 3  
2.447 GHz - ch. 8

### P2MP Channels

2.412 GHz - ch. 1  
2.437 GHz - ch. 6  
2.462 GHz - ch. 11

### P2P Link

