

Pengurangan Dampak Gangguan (Interferensi) pada Jaringan Wi-fi dengan Metode Pemisahan Geografis dan *Guard band*

Rangganis¹⁾, Yusnita Rahayu²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, ²⁾Dosen Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

*Email : rangganis4723@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Wi-Fi (Wireless Fidelity) is an application of WLAN (Wireless Local Area Network) using IEEE 802.11 standard. Wi-Fi communication systems use radio networks with a frequency of 2,4 GHz, a weakness in wireless communication is susceptible to interference called co-channel and adjacent channel. In this research solution given by two methods called geographical separation and guard band. Geographical separation is a method that is done by giving the distance between two interconnecting devices. Separation based on the scope of the coverage area of the device that is by gradually shifting until no interference occurs again. Guard band method is a method by giving the space band on both interconnected channels of 3 MHz. In this study the parameter in the analysis is the SNR (Signal to Noise Ratio) value, the lowest SNR value occurs in the geographical separation method at a distance of 10 meters on signal channel 1 with signal channel noise 1 is 12 dB when interference co-channel. The highest SNR value occurs in testing geographic separation method in channel 7 with signal channel noise 4 at a distance of 40 meters when adjacent channel interference occurs is 56 dB. Research result shows the most effective method to reduce the impact of interference is the geographical separation method.

Keywords: Geographical separation, guard band, interference, Wi-Fi.

1. PENDAHULUAN

Wi-Fi merupakan aplikasi dari WLAN dengan menggunakan standar IEEE 802.11. Wi-Fi menggunakan frekuensi 2,4 GHz sebagai media aksesnya. Frekuensi 2,4 GHz merupakan frekuensi yang ditetapkan pemerintah pada tahun 2005 yaitu sesuai dengan KM (Keputusan Menteri) No. 2 tahun 2005. *Industrial Scientific and Medical (ISM) 2,4 GHz* adalah pita frekuensi yang dikosongkan untuk pembebasan dalam menggunakan sistem komunikasi nirkabel. Namun pada komunikasi nirkabel terdapat kekurangan yaitu rentan terhadap interferensi. Hal ini terjadi akibat dari pembebasan frekuensi ISM pada pita 2,4 GHz dan keterbatasan pada *bandwidth* yang tersedia menjadi salah satu faktor *interference*. *Interference* pada pita 2,4 GHz umumnya terjadi di daerah perkotaan yang tingkat penggunaan komunikasi data lewat media *wireless* sangat tinggi. Perangkat-perangkat *wireless* 2,4 GHz yang mudah didapat dan murah, menjadikan bertumpuknya pengguna perangkat *wireless* 2,4 GHz, dan *interference* pasti terjadi jika tidak memperhatikan dalam penggunaannya.

Pemanfaatannya perlu dilakukan secara tertib, efisien dan harus patuh terhadap peraturan yang ada, sehingga diharapkan dapat memberikan manfaat yang optimal serta tidak menimbulkan gangguan yang merugikan, mengingat sifat frekuensi yang dapat merambat ke segala arah tanpa mengenal batas teritorial. Gangguan yang umumnya terjadi adalah interferensi *co-channel* dimana aktifnya kedudukan *channel* pada posisi yang sama dan interferensi *adjacent channel* antar *channel* yang saling berhimpitan. Kedudukan

channel pada spektrum dapat dimonitoring untuk mengetahui jaringan tersebut terjadi interferensi menggunakan perangkat lunak inSSIDer. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengatasi gangguan *co-channel* dan *adjacent channel* Seperti di dalam daftar pustaka.

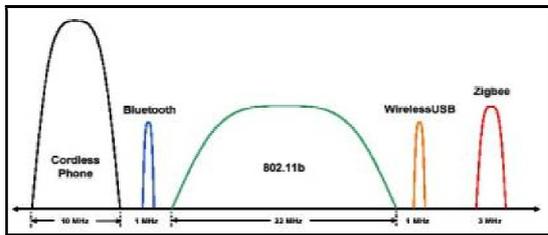
Penelitian tersebut menjadi acuan dalam penelitian ini. Metode yang digunakan dalam penelitian sebelumnya metode *superchannel*, metode algoritma dan metode pemisahan geografis. Pada makalah ini penulis akan melakukan penelitian yang sama dengan menggunakan metode pemisahan geografis dan *guard band* untuk frekuensi yang diuji adalah 2,4 GHz pada jaringan WLAN. Dalam penelitian sebelumnya belum ada yang membandingkan metode yang paling efektif untuk menangani gangguan dalam komunikasi nirkabel Pada makalah ini metode yang akan digunakan adalah metode pemisahan geografis dan *guard band* untuk menangani gangguan sinyal *co-channel* dan *adjacent channel* dengan menggunakan software inSSIDer.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Teknologi Wi-Fi

Wi-Fi adalah teknologi yang di gunakan untuk komunikasi tanpa kabel (*Wireless*) untuk jarak dekat dengan perangkat *point to point*, Ada dua metode untuk modulasi frekuensi radio di 2,4 GHz yaitu *frequency-hopping spread spectrum (FHSS)* dan *direct-sequence spread spectrum (DSSS)*. *Bluetooth* menggunakan sistem FHSS sementara *Wireless USB*, *WiFi* dengan *protocol 802.11b/g/a* dan *protocol 802.15.4* yang dikenal sebagai *ZigBee* menggunakan

DSSS. Semua teknologi ini beroperasi di pita frekuensi ISM (2.400 – 2.483 GHz). Perbandingan sinyal yang beroperasi pada band 2,4 GHz terlihat seperti pada Gambar 1. (Sutiyo, 2011)



Gambar 1. Perbandingan sinyal sistem nirkabel yang beroperasi di band 2.4-GHz. (Sutiyo, 2011)

2.2 Interferensi

Interferensi adalah hadirnya sinyal dari frekuensi radio yang tidak diinginkan yang mengganggu penerimaan sinyal yang berasal dari frekuensi yang diinginkan. Interferensi dapat menindas sinyal yang diinginkan, menyebabkan kerugian sinyal, atau dapat mempengaruhi kualitas suara dan gambar. Dua penyebab paling umum dari interferensi adalah pemancar dan peralatan listrik. Interferensi merupakan masalah serius yang harus diminimalisasi, karena nilai *interferensi* yang besar akan menurunkan rasio *Signal to Interference and Noise Ratio* (SINR) ke level yang sangat rendah, sehingga akan menurunkan performansi dari sistem secara keseluruhan. Interferensi dapat terjadi secara terus menerus (*continue*) dan dapat juga terjadi hanya sesaat sebagai akibat *refraksi* dan *difraksi* permukaan bumi atau lapisan udara (*troposphere*). (Dewi Arisyanti, 2013).

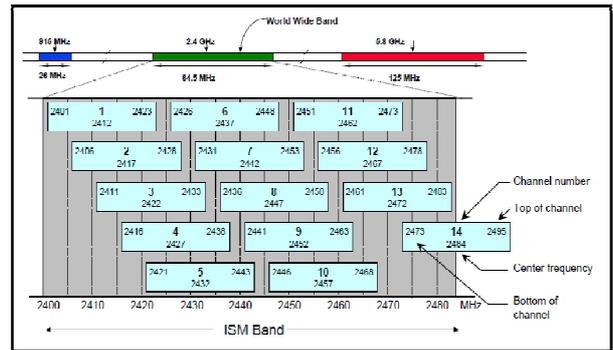
2.3 SNR (Signal to Noise Ratio)

Noise merupakan suatu sinyal derau yang mengganggu sinyal yang timbul dari berbagai sumber. Salah satu sumber gangguannya yaitu dari piranti elektronik berbasis nirkabel. *Noise* atau derau disebabkan fluktuasi sejumlah pembawa muatan akibat adanya gangguan dari energi luar, pengaruhnya akan terlihat ketika sinyal yang digunakan cukup lemah sehingga mengganggu pengamatan. SNR dapat disebut juga perbandingan antara sinyal yang digunakan dengan sinyal *noise*. Ketika SNR memiliki nilai yang lebih besar maka kualitas sinyal akan baik.

$$S / N = (\text{Signal Power} - \text{Signal Noise}) \dots (1)$$

2.4 Alokasi Channel Frekuensi 2,4 - 2,5 GHz

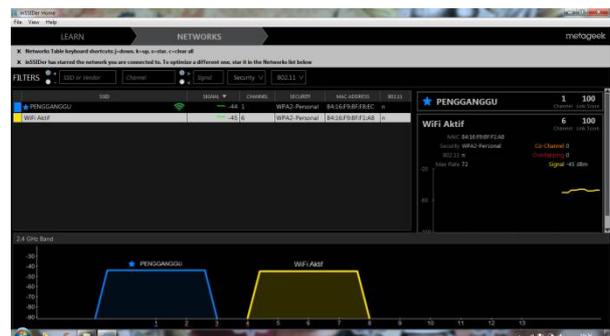
Berdasarkan Regulasi rentang frekuensi 2,4 GHz 14 kanal masing-masing kanal sudah di alokasikan lebar pita tertentu hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya interferensi pembagian kanalnya bisa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembagian Kanal Frekuensi 2,4 GHz. (Ditjen Postel, 2005)

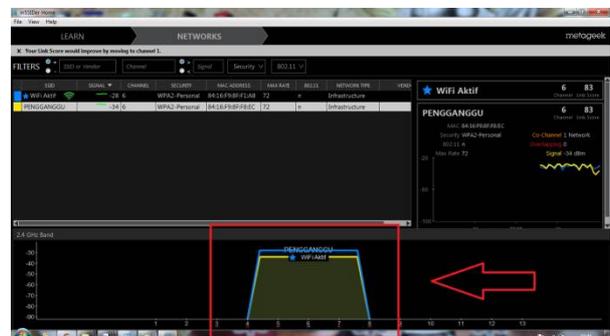
2.5 Software inSSIDER

InSSIDER adalah *software* yang digunakan untuk melihat parameter penggunaan kanal dari setiap *router* yang terdeteksi oleh *software* ini dan melihat keterangan dan interferensi dari sebuah sistem *Cell* yang telah dibuat. Untuk melihat tampilan bisa dilihat pada Gambar 3. Pada gambar ini dapat dilihat dalam monitoring kanal yang aktif dari perangkat yang ada disekitar daerah Wi-fi dan memantau gangguan yang sedang terjadi.



Gambar 3. Keadaan channel tidak interference

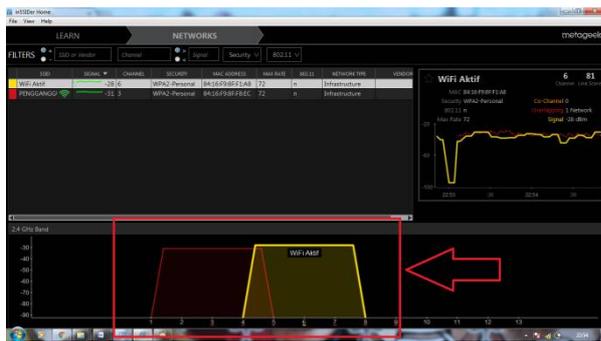
Berdasarkan Gambar 3. Menjelaskan kondisi *channel* yang tidak terjadi interferensi pada jaringan WLAN 2,4 GHz. Kondisi sinyal ini memiliki *space band* sebesar 3 MHz.



Gambar 4. Channel interference co-channel

Gambar 4 merupakan kondisi sinyal yang mengalami gangguan interferensi *co-channel*. Pada jaringan WLAN 2,4 GHz. Kondisi *channel* ini antara

sinyal uji dan sinyal *noise* berada pada posisi yang sama.

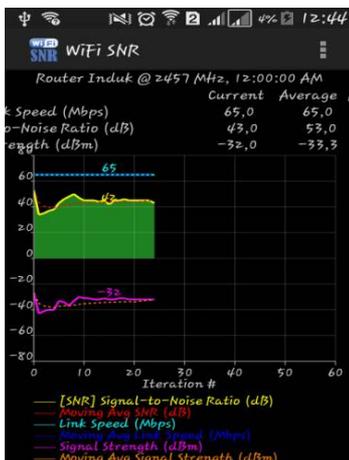


Gambar 5. Channel interference adjacent channel

Berdasarkan Gambar 5 merupakan kondisi sinyal yang mengalami gangguan interferensi *adjacent channel*. Pada jaringan WLAN 2,4 GHz. Keadaan dimana antara kedua sinyal uji dan sinyal *noise* saling berdekatan yang menyebabkan terjadinya gangguan.

2.6 Software wifiSNR

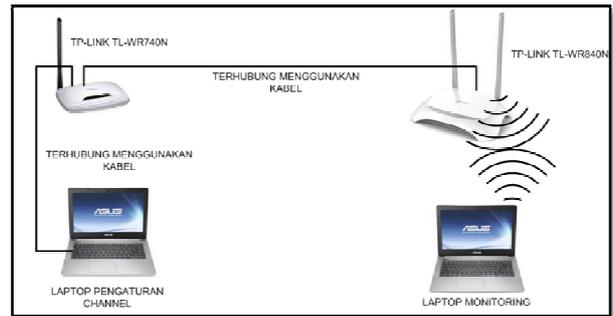
Software wifiSNR adalah sebuah perangkat aplikasi yang digunakan untuk menentukan nilai SNR secara kontinu pada jaringan komunikasi *wireless* dengan menggunakan sistem operasi android, pada aplikasi ini terdapat beberapa fitur yang mendukung dalam monitoring sinyal wifi salah satunya dalam menentukan nilai SNR dari sinyal yang terjadi *interference*. Untuk mendapatkan nilai SNR software yang digunakan adalah aplikasi android WiFi SNR. Dalam menentukan nilai SNR dengan cepat dan secara real time berdasarkan wifi yang terhubung dengan perangkat.



Gambar 6. Software menghitung SNR

3. BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. Tahapan pertama dimulai dengan melakukan studi literatur untuk memahami teori-teori yang berkaitan dengan topik. Langkah selanjutnya yaitu melakukan perancangan dan pembuatan WLAN sederhana.

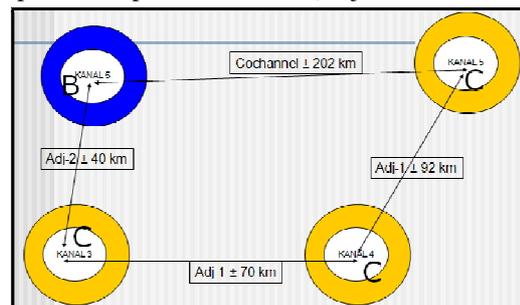


Gambar 7. Rangkaian WLAN pengujian

Router yang digunakan adalah TP-LINK TL-WR840N dan *router noise* TP-LINK TL-WR740N jaringan antar *router* terhubung secara kabel LAN laptop pengujian terhubung secara *wireless* dalam laptop. Pengaturan Channel dibuat langsung terhubung menggunakan kabel LAN karena akan lebih cepat dalam pengaturan.

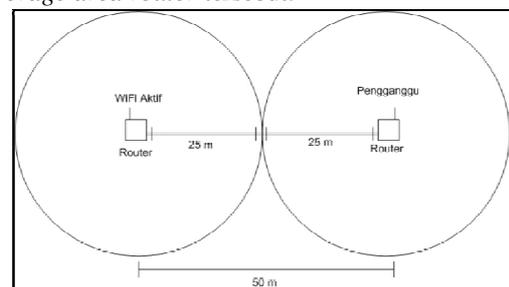
3.1 Metode Pemisahan Geografis

Metode pemisahan geografis adalah metode yang dilakukan dengan memberikan pergeseran jarak secara bertahap berdasarkan ruang lingkup *coverage area*. Dapat dilihat pada Gambar 8. (Ditjen Postel, 2005)



Gambar 8. Metode Pemisahan Geografis (Ditjen Postel, 2005)

Penggunaan metode pemisahan geografis pada *router* Wi-Fi berdasarkan jarak dari ruang lingkup *coverage area* *router* tersebut.

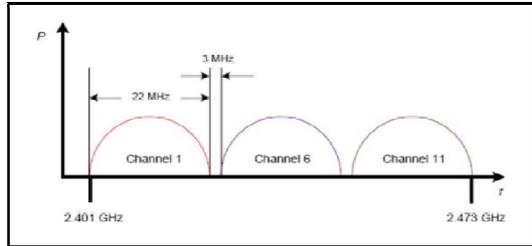


Gambar 9. Metode Pemisahan Geografis

Pada Gambar 9 di atas adalah memisahkan perangkat dari lingkup jangkauan antar perangkat. Dalam melakukan metode ini sebelumnya harus mengetahui berapa jauh nilai *coverage area* dari perangkat *router* yang akan dilakukan pengujian.

3.2 Metode Guard Band

Metode *guard band* adalah metode yang dilakukan dengan memberikan *space band* antara kedua *channel* yang mengalami interferensi. Dapat dilihat pada gambar 10 di bawah. (M Sarper Gokturk, 2014)

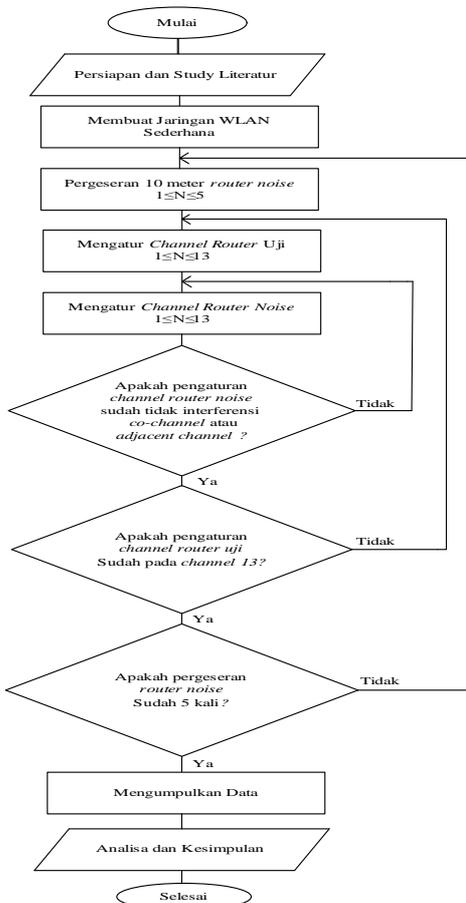


Gambar 10. Metode Guard band (sutiyo, 2011)

Dalam melakukan metode ini bisa di lihat Gambar 10. Di atas dilakukan dengan cara pemberian *space band* sebesar 3 MHz pada setiap *channel* nya sehingga tidak terjadi *overlapping* atau *adjacent channel*.

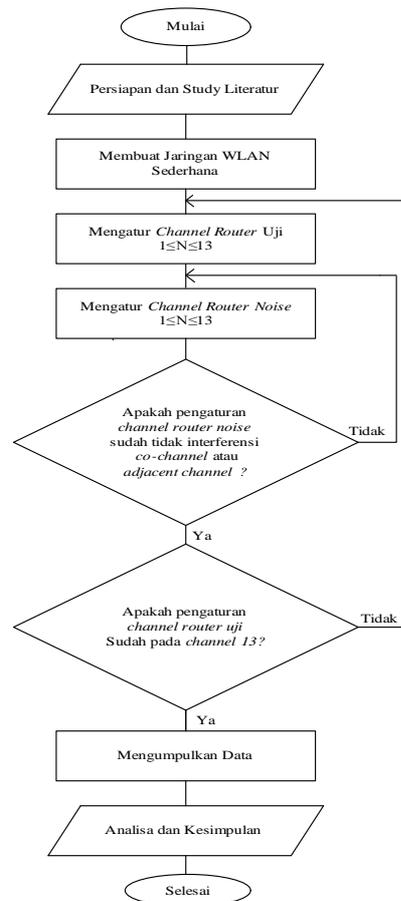
3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir merupakan diagram alur penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian pengurangan dampak interferensi menggunakan metode pemisahaan geografis dan guard band.



Gambar 11. Diagram Alir Penelitian Pemisahan Geografis

Gambar 11 telah menjelaskan dalam melakukan penelitian dengan metode pemisahan geografis yang pertama adalah membuat rangkaian jaringan WLAN sederhana yang terdiri dari dua buah *router* dan dua buah komputer atau laptop. Laptop yang digunakan sudah dipersiapkan *software INSSIDER*, selanjutnya pergeseran 10 meter dilakukan per setiap skenario yang dilakukan sebanyak 5 kali secara berulang terhadap *router noise*, mengganti *channel* uji dari *channel 1* sampai *channel 13* dilakukan pergantian per *channel* hanya jika pergantian *channel router noise* telah dilakukan pengujian sampai *channel 13* jika telah dilakukan 5 skenario tersebut kemudian mengumpulkan data lalu menghitung nilai SNR. kemudian melakukan analisa dan kesimpulan.

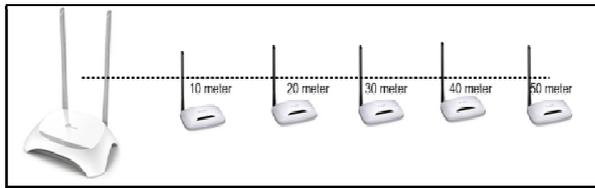


Gambar 12. Diagram Alir Penelitian Guard Band

Gambar 12. Menjelaskan penelitian dengan metode *guard band* yang pertama adalah membuat rangkaian jaringan WLAN sederhana yang terdiri dari dua buah *router* dan dua buah laptop. Laptop yang digunakan sudah dipersiapkan *software INSSIDER*, selanjutnya mengganti *channel* uji dari *channel 1* sampai *channel 13* dilakukan hanya jika semua *channel router noise* telah diuji sampai *channel 13*. Dalam melakukan pengujian dengan metode *guard band* tidak melakukan pergeseran terhadap *router* cukup dengan mengganti *channel* pada *router*, kemudian mengumpulkan data lalu menghitung nilai SNR. kemudian melakukan analisa dan kesimpulan.

3.3 Metode Pemisahan Geografis

Skenario pengujian pemisahan geografis dapat dilihat pada gambar 13 di bawah.



Gambar 13. Skenario metode pemisahan geografis

Pengujian menggunakan metode pemisahan geografis lebih sulit dilakukan karena membutuhkan luas cakupan area yang memiliki radius lebih dari 50 meter karena akan dilakukannya pergeseran per 10 meter dengan menguji semua channel pada router secara berurutan. Berikut gambar jaringan WLAN pengujian pemisahan geografis.

3.5 Metode Guard Band

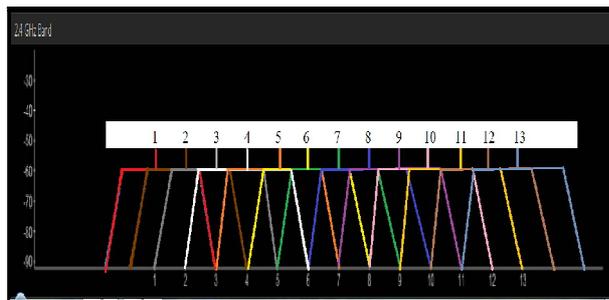


Gambar 14. Rangkaian WLAN pengujian Metode Guard band

Pengujian metode guard band dilakukan dengan melakukan pergantian channel secara berurut sampai tidak terjadi interferensi pada jaringan yang sedang diuji, berikut gambar jaringan WLAN untuk pengujian Guard band.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

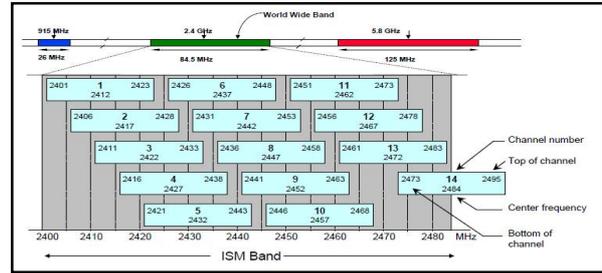
Sesuai dengan yang dijelaskan sebelumnya pada flowchart pengujian dilakukan secara berulang dengan memasang setiap channel. Channel yang ada pada router terdapat 13 channel, terdapat pada Gambar 14 di bawah.



Gambar 15. Channel yang tersedia pada router

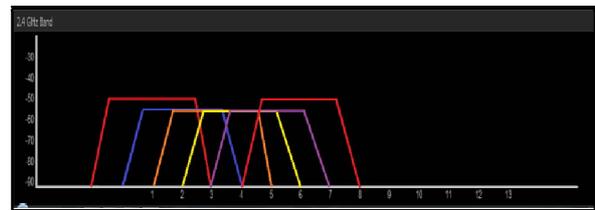
Setiap pengujian channel akan diuji satu-persatu

sesuai dengan yang ada contoh channel 1 akan dipasangkan dengan channel 1 dan seterusnya sampai dengan channel yang diuji tidak mengalami interferensi.



Gambar 16. Regulasi untuk channel wi-fi 2,4 GHz

Sesuai dengan penjelasan sebelumnya dilakukan pengujian setiap masing channel berdasarkan Gambar 16 dibawah. Menjelaskan pengujian pada channel 1, pengujian ini hanya dilakukan sampai dengan channel 6 karena kondisi kedudukan channel tidak mengalami interferensi.

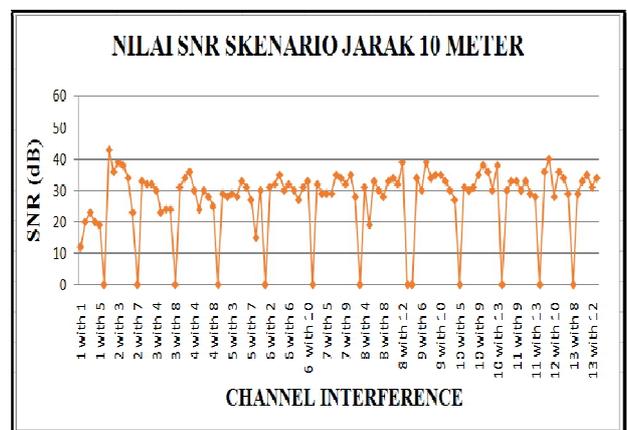


Gambar 17. Pengujian pada channel 1

Pengujian dilakukan sampai dengan channel 13 yang dipasangkan dengan channel yang berdekatan sampai channel tersebut tidak saling mengganggu secara berulang sesuai dengan yang dijelaskan flowchart sebelumnya.

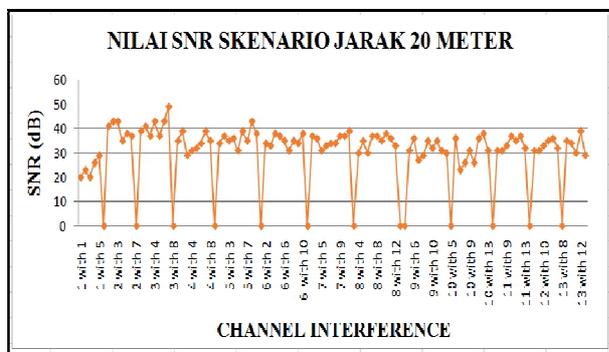
4.1 Metode Pemisahan Geografis

Sesuai dengan yang di jelaskan sebelumnya pada flowchart data yang di perlihatkan adalah nilai SNR dari hasil interferensi nya sinyal. Hasil tersebut sesuai dengan pengujian dengan pemasangan masing-masing channel dari channel 1 sampai channel 13, dapat dilihat pada gambar 17 dibawah.



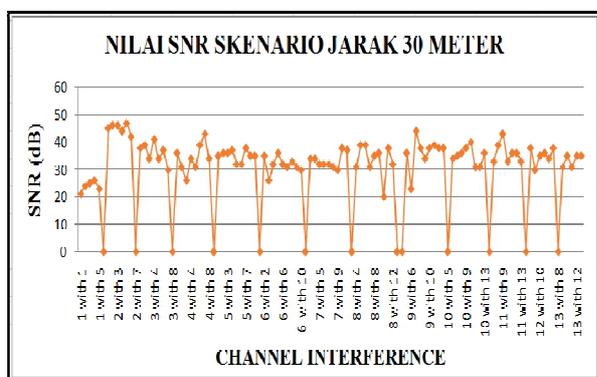
Gambar 18. Nilai SNR Skenario 10 meter

Gambar 18. telah menjelaskan pola yang ada dari *channel 1* sampai *channel 13* yang dipasangkan dengan *channel noise* berdasarkan pengujian yang dilakukan. Pada pengujian *channel 1* yang dipasangkan dengan *channel noise* nya nilai SNR yang terjadi di bawah 25 d0B nilai tersebut terjadi karena sinyal dari *router* saling menguatkan karena jarak yang dekat diantara kedua *router*. Angka dibawah 25 dB terjadi karena posisi dari *router* tersebut berjarak 10 meter sehingga *coverage area* dari masing-masing *router* saling menguatkan. Dan pada *channel* yang tidak terjadi interferensi nilai dari SNR tersebut 0 dB, nilai 0 dB adalah nilai dari tidak saling menginterferensi karena pada *channel* tersebut memiliki *space band* sinyal tersebut tidak saling berdekatan atau tidak saling mengganggu.



Gambar 19. Nilai SNR skenario 20 meter

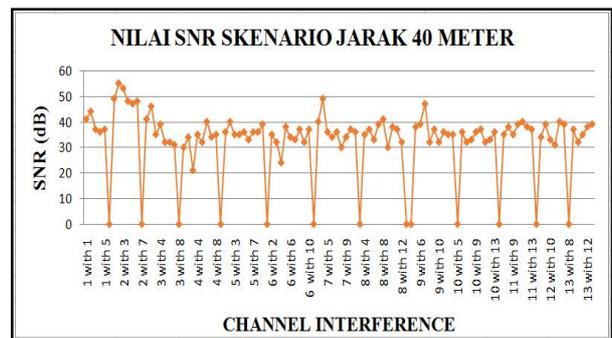
Pada Gambar 19 dapat dilihat pola yang ada dari *channel 1* sampai *channel 13* yang dipasangkan dengan *channel noise* berdasarkan pengujian. Pada pengujian *channel 1* yang dipasangkan dengan *channel noise* nya nilai SNR sedikit lebih besar dari pada pengujian sebelumnya menjadi di atas 25 dB nilai tersebut terjadi karena *router* digeser 10 meter lebih jauh. Pada grafik bisa dilihat nilai dari SNR mulai besar dan konstan pada pengujian tidak interferensi hanya pada *channel* yang memiliki *space*.



Gambar 20. Nilai SNR Skenario 30 Meter

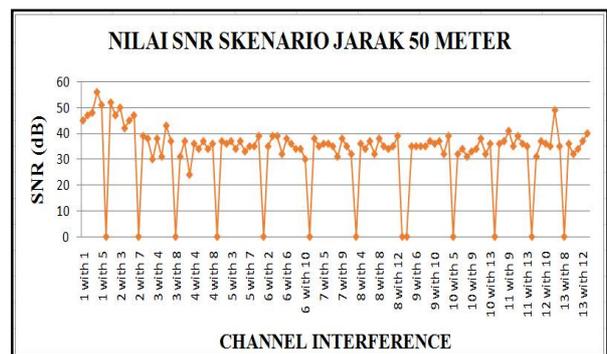
Pada Gambar 20 dapat dilihat pola yang ada dari

channel 1 sampai *channel 13* yang dipasangkan dengan *channel noise* berdasarkan pengujian yang dilakukan. Pada pengujian *channel 1* yang dipasangkan dengan *channel noise* nya nilai SNR sedikit lebih besar dari pada pengujian sebelumnya menjadi di atas 25 dB nilai tersebut terjadi karena *router* digeser 10 meter lebih jauh. Pada grafik bisa dilihat nilai dari SNR mulai besar dan konstan pada pengujian tidak interferensi hanya pada *channel* yang memiliki *space*.



Gambar 21. Grafik SNR Terhadap Channel Jarak 40 Meter

Gambar 21 telah menjelaskan pola yang ada dari *channel 1* sampai *channel 13* yang dipasangkan dengan *channel noise* berdasarkan pengujian yang dilakukan. nilai SNR pada pengujian 40 meter mulai melihat pola nilai SNR membesar walaupun tidak signifikan akan tetapi kinerja dari jaringan akan cukup baik karena nilai SNR pada *channel 2* terjadi nilai SNR yang hampir mencapai 55 dB. Ini terjadi disebabkan melemahnya sinyal noise yang dihasilkan oleh *free space loss*.

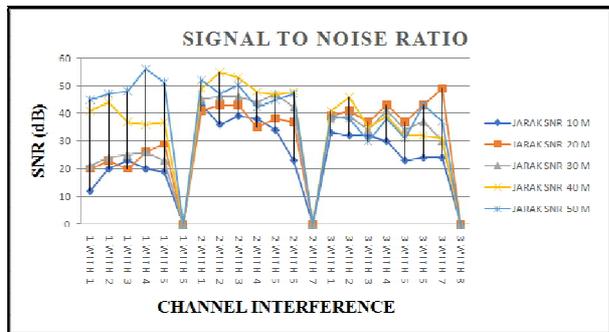


Gambar 22. Grafik SNR Terhadap Channel Jarak 50 Meter

Pada Gambar 22 dapat dilihat pola yang ada dari *channel 1* sampai *channel 13* yang dipasangkan dengan *channel noise* berdasarkan pengujian yang dilakukan. Nilai SNR pada pengujian 50 meter mulai melihat pola nilai SNR membesar walaupun tidak signifikan akan tetapi kinerja dari jaringan akan cukup baik karena nilai SNR pada rang 30 dB sampai 40 dB. Hal ini terjadi karena sudah di berikan jarak antara *router*

dengan batas minimum dari *coverage area*-nya. Beginilah seharusnya nilai standar SNR yang ingin dicapai karena jarak antar *router* tidak saling mengganggu.

Pada grafik di bawah adalah seluruh cakupan 13 channel yang diganti secara berurut berdasarkan metode pemisahan geografis untuk menentukan nilai SNR.

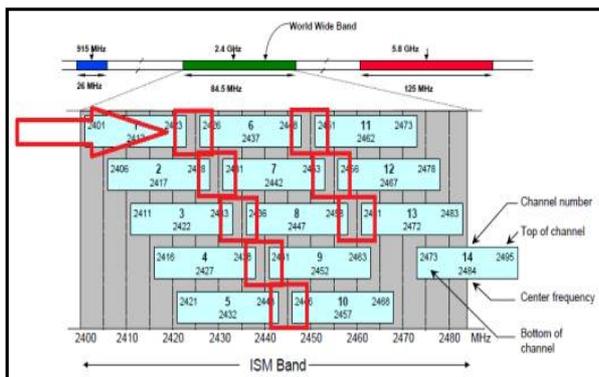


Gambar 23. Perbandingan Nilai SNR

Grafik di atas dapat terlihat dibagi menjadi lima variasi jarak 10 meter, 20 meter, 30 meter, 40 meter, 50 meter untuk menjelaskan nilai masing-masing nilai SNR dari sinyal tersebut, pada grafik dapat dilihat semakin jaraknya jauh maka nilai SNR nya pun ikut naik pada kisaran nilai 40 untuk *channel* yang ter *guard band* nilai SNR tidak terdeteksi atau bisa dilihat tidak memiliki SNR. Perubahan yang terjadi terlihat pada jarak per 10 meter pada grafik nilai SNR dari *channel*

4.2 Metode *Guard band*

Sesuai dengan yang dijelaskan *flowchart* sebelumnya untuk metode *guard band* tidak dilakukan pergeseran *router*, tujuan dari metode *guard band* adalah pemberian *space band* sebesar 3 MHz pada masing kedudukan *channel*. Dapat dilihat pada Gambar 23 di bawah.

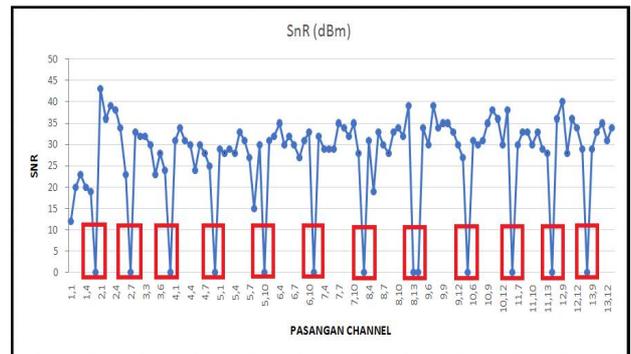


Gambar 24. Regulasi berdasarkan pemberian *space band*

Gambar 24 menjelaskan aturan yang telah ditetapkan oleh badan standarisasi regulasi, kotak berwarna merah menjelaskan pemberian *space band* sebesar 3 MHz.

Pengujian *guard band* dilakukan dengan menguji semua *channel* dari *channel 1* sampai *channel 13*. Hal ini dilakukan agar membandingkan dan melihat nilai SNR yang terjadi dan bagaimana kondisi nilai SNR pada *channel* yang berpasangan tidak mengalami interferensi. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada gambar 24 di bawah.

Pada grafik di bawah adalah seluruh cakupan 13 *channel* yang diganti secara berurut berdasarkan metode *guard band* untuk menentukan nilai SNR.



Gambar 25. Nilai SNR Pengujian Metode *Guard band*

Grafik menunjukkan pada *channel* selain dari yang tidak memiliki *Guard band* mempunyai nilai SNR. Karena pada *Channel* tidak saling berdekatan maka antar *channel* tidak saling menginterferensi. Pada *Channel* selain dari *channel* yang tidak diberi *guard band* hampir semua memiliki nilai SNR walaupun nilainya besar selama *channel* tersebut berdekatan maka akan selalu memiliki nilai SNR nya.

5. KESIMPULAN

1. Nilai dari SNR yang terendah terjadi pada pengujian metode pemisahan geografis pada jarak 10 meter pada *channel 1* dengan sinyal *channel noise 1* yang mengalami interferensi *co-channel* sebesar 12 dB. Nilai SNR tertinggi terjadi pada pengujian metode pemisahan geografis *channel 7* dengan sinyal *channel noise 4* pada jarak 40 meter interferensi *adjacent channel* sebesar 56 dB.
2. Perbandingan antara metode pemisahan geografis dan metode *guard band*.
 - a. Metode pemisahan geografis untuk metode ini kelebihan nya berdasarkan data pada saat penelitian tidak perlu ada pergantian pada *channel router* kekurangannya memerlukan kabel LAN panjang untuk pemasangannya.
 - b. Metode *guard band* untuk metode ini kelebihan nya berdasarkan data pada saat penelitian tidak perlu merubah posisi i cukup masuk kepengaturan dari *router* tersebut, kekurangannya harus tersedia *space band* dalam melakukan perubahan *channel*.

3. Metode yang paling efektif untuk mengurangi dampak dari interferensi adalah metode pemisahan geografis menurut fakta dilapangan yang sering terjadi itu adalah bertumpuknya sinyal wifi pada jangkauan radius *coverage area*.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi arisyanti. 2013. *Analisis Dan Simulasi Pemakaian Bersama Alokasi Frekuensi 2,5 GHz Untuk Teknologi IMT Wimax Bergerak Dan TvSatelit di Indonesi*. Tesis, Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar.
- Direktur Jenderal Pos Dan Telekomunikasi (2005). Penggunaan Pita Frekuensi 2.400 -2.483,5 MHz. Peraturan Menteri No.2 Tahun 2005. Jakarta.
- M. Sarper Gokturk, Gulden Ferazoglu. (2014). Adjacent Channel Interference Aware Channel Selection for Wireless Local Area Networks. *AirTies Wireless Networks*. Istanbul, Turkey.
- Sutiyo. (2011). Superchannel Sebagai Metode Cepat Dalam Mengatasi Interferensi Frekuensi 2,4 GHz. Jurusan Teknik Elektro. Universitas Widya Dharma Klaten .Klaten.